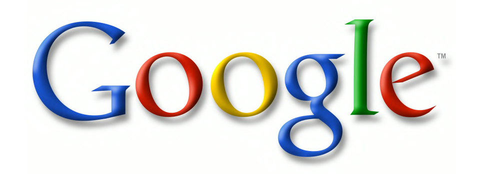

Google

M. Krandauer

Bierbrauerei



Webers Illustrierte Handbücher

Jeder Band ist in Leinwand gebunden, soweit nicht anders angegeben:

Die Namen der Verfasser sind in Klammern gesetzt, die Preise in deutscher Währung angegeben. Die mit * bezeichneten Bände sind in Großoktav-, die mit *) in Lexikonoktavformat erschienen.

Abbreviaturenlexikon. (A. Cappelli.) 1901. 7.50.
Ackerbau. (Hamm-Schmitter.) 3. Aufl. 138 Abb. 1890. 3.—.
Agrikulturchemie. (M. Passon.) 7. Aufl. 41 Abb. 1901. 3.50.
Akustik s. Physik.
Algebra. (R. Schurig.) 5. Aufl. 1903. 3.—.
Algebraische Analysis. (F. Bendt.) 6 Abb. 1901. 2.50.
Alpenreisen s. Bergsteigen.
Anstandslehre s. Ästhetische Bildung und Ton, der gute.
Appretur s. Chem. Technol. u. Spinnerei.
Archäologie. (E. Kroker.) 2. Aufl. 133 Text- u. 3 Tafeln Abb. 1900. 3.—.
Archivwissenschaft s. Registratur usw.
Arithmetik, praktische. 4. Aufl. (E. Riedel.) 4 Abb. 1901. 3.50.
Ästhetik. (R. Prölß.) 3. Aufl. 1904. 3.50.
Ästhetische Bildung d. menschl. Körpers. (Guttmann.) 3. Aufl. 98 Abb. 1902. 4.—.
Astronomie. (H. J. Klein.) 10. Aufl. 135 Abb. und eine Sternkarte. 1911. 3.50.
Ätherische Öle s. Chemische Technologie.
Aufsatz, schriftlicher s. Stilistik.
Auswanderung. 7. Aufl. (G. Meinecke.) 1 Taf. u. 4 Kart. 1897. 2.50
Bakterien. (W. Migula.) 2. Aufl. 35 Abb. 1903. 2.50.
Ballspiele s. Lawn-Tennis.
Bank- u. Börsenwesen. 3. Aufl. (Schweitzer.) 1908. 4.—.
Bauführung. (K. Knöll.) 8 Abb. 1910. 3.—.
Baukonstruktionslehre. (W. Lange.) 5. Aufl. 512 Abb. u. 9 Tafeln. 1908. 4.50.
Bauschlosserei. s. Schlosserei II.
Baustile. (Sacken-Zeitler.) 17. Aufl. 168 Abb. 1913. 2.50.
Baustofflehre. (W. Lange.) 2. Aufl. 162 Abb. 1898. 3.50.
Beleuchtung s. Chem. Technologie, Heizung.
Bergbaukunde. (G. Köhler.) 3. Aufl. 252 Abb. 1903. 4.—.
Bergsteigen. (J. Meurer.) 22 Abb. 1892. 3.—.
Bienenkunde u. Bienenzucht. (G. und J. Kirsten.) 3. Aufl. 51 Abb. 1887. 2.—.
Bierbrauerei. (M. Krandauer.) 42 Abb. 2. Aufl. 1913. 4.—.
— s. auch Chemische Technologie.
Bilanz, kaufm. (Stern.) 2. Aufl. 1911. 3.—.
Bildhauerei. (Maison-König.) 2. Aufl. 73 Abb. 1910. 3.—.
Bleicherei s. Chem. Technologie, Wäscherei.
Bleichsucht s. Blutarmut.
Blumenbinderei. (Lange.) 28 Abb. 1903. 3.—.
Blumenzucht s. Ziergärtnerei, Rosen und Sommerblumen.
Blutarmut und Bleichsucht. (H. Peters.) 2. Aufl. 2 Taf. kol. Abb. 1.50.
Blütenstauden, winterharte, u. Sträucher der Neuzeit.*) (K. Förster.) 147 schwarze u. 78 bunte Abb. 2. Aufl. 1913. 10.—.
Börsenwesen s. Bank- und Börsenwesen.
Botanik. 2. Aufl. (E. Dennert.) 260 Abb. 1897. 4.—.
— **landwirtschaftliche.** (Müller-Hermann.) 2. Aufl. 48 Text- und 4 Tafeln Abb. 1876. 2.—.
Brandmalerei s. Liebhaberkünste.
Brennerei s. Chemische Technologie.
Brennstoffe s. Dampfkessel.
Briefmarkenkunde u. Briefmarkensammelwesen. (V. Suppantschitsch.) 8 Abb. 2. Tausend. 1908. 3.—.
Brückenbau. (R. Krüger.) 612 Text- u. 20 Taf. Abb. 1905. 9.—.
Buchbinderei. (Hans Bauer.) 2. Aufl. 105 Abb. 1910. 4.—.
Buchdruckerkunst. (Aug. Müller.) 9. Aufl. 286 Abb. u. 10 farb. Beilagen. 1913. 6.—.
Buchführung, kaufmänn. (O. Klemich.) 6. Aufl. 7 Abb. u. 3 Wechselformulare. 1902. 3.—.
Buchführung, landwirtschaftliche. (A. Glingerich.) 2. Aufl. 1908. 4.—.
Butter s. Chem. Technologie, Milchwirtschaft.
Chemie. (Hirzel.) 8. Aufl. 32 Abb. 1901. 5.—.
Chemie, Einführung in d. anorgan.* (A. Stähler.) 95 Abb. u. eine farb. Spektraltafel. 1910. 12.—.
Chemie, Einführung in die organische.* (O. Diels.) 34 Abb. 1907. 7.50.
Chemikalienkunde. 2. Aufl. (M. Pietsch.) 1903. 3.—.
Chemische Technologie s. Technologie.
Cholera s. Infektionskrankheiten.
Chronologie. (A. Drechsler.) 3. Aufl. 1881. 1.50.
Commercial Correspondence. (F. E. Sandbach.) 1908. 4.—.
Correspondance commerciale. (J. Forest.) 2. éd. 1906. 3.50.
Dampferzeuger.* (H. Fischer u. H. Zeine.) 152 Abb. u. 3 Taf. 1908. 7.50.

Dampfkessel, Dampfmasch. u. and. Wärmekraftmasch.* (F. Seufert.) 8. Aufl. 408 Abb. u. 3 Tafeln. 1909. 9.—.
Darmerkrankungen s. Magen usw.
Destillation, trockene s. Chem. Technologie.
Dichtkunst s. Poetik.
Differential- u. Integralrechnung. (Bendt-Ehrig.) 5. Aufl. 39 Abb. 1913. 3.—.
Diphtherie s. Infektionskrankheiten.
Dogmatik. (G. Runze.) 1898. 4.—.
Dramaturgie (Prölß.) 2. Aufl. 1899. 4.—.
Dränierung. (Löbe.) 3. Afl. 92 Abb. 1881. 2.—.
Drechslerei. (Chr. Walde u. H. Knoppe.) 392 Abb. 1903. 6.—.
Drogenkunde. 2. Aufl. (M. Pietsch u. A. Fuchs.) 1900. 3.—.
Düngemittel, künstl. s. Chem. Technologie.
Düngerlehre s. Agrikulturchemie.
Einjährig-Freiwillige, der. (M. Exner.) 3. Aufl. 1906. 2.50.
Einzelwohnhaus der Neuzeit.*) (Haenel u. Tscharmann.) **I. Band.** 224 Abb. 1909. **II. Band.** 307 Abb. 1910. Je 7.50.
Eisenbahnbau. (M. Hartmann.) 300 Text- u. 20 Taf. Abb. 1900 6.—.
Eissport s. Wintersport.
Elektrizität s. Physik.
Elektrochemie. (Löb.) 2. Afl. 42 Abb. 1910. 3.—.
Elektrotechnik.* (M. Schenkel.) 8. Aufl. 310 Abb. 1910. 10.—
Entwässerung s. Dränierung.
Erd- und Straßenbau. (R. Krüger.) 260 Abb. 1904. 5.50.
Erkrankungen der Haustiere s. Hilfe, erste.
Essigfabrikation s. Chem. Technologie.
Ethik. (Fr. Kirchner.) 2. Aufl. 1908. 3.—.
Fabrikbetrieb s. Organisation, kaufmänn.
Fahrkunst. (Fr. Hamelmann.) 3. Aufl. 21 Abb. 1885. 4.50.
Farbenlehre. (E. Berger.) 2. Aufl. 36 Abb. u. 8 Farbentaf. 1909. 4.50.
Färberei. (A. Ganswindt.) 3. Aufl. 120 Abb. 1904. 6.—.
— s. auch Chem. Technologie.
— und Zeugdruck. (H. Grothe.) 2. Aufl. 78 Abb. 1885. 2.50.
Farbstoffabrikation s. Chem. Technologie.
Fechtkunst s. Hieb-, Säbel- u. Stoßfechtschule.
Feldmeßkunst. (C. Pietsch.) 7. Aufl. 70 Abb. 1903. 1.80.
Festigkeitslehre s. Statik.
Fette s. Chemische Technologie.
Feuerbestattung. (Pauly.) 31 Abb. 1904. 2.—.
Feuerlösch- und Feuerwehrwesen. (R. Fried.) 217 Abb. 1899. 4.50.
Feuerung und Feuerungsanlagen s. Dampferzeuger, Dampfkessel.
Feuerwerkerei s. Chemische Technologie.
Fieber s. Infektionskrankheiten.
Finanzwissenschaft. (Alois Bischof.) 6. Aufl. 1898. 2.—.
Fischzucht. (A. Schröder.) 52 Abb. 1889. 2.50.
Flachs. (K. Sonntag.) 12 Abb. 1872. 1.50.
Flöte und Flötenspiel. (M. Schwedler.) 2. Afl. 24 Abb. u. Notenbeisp. 1910. 3.—.
Forstbotanik. (Fischbach-Beck.) 6. Aufl. 77 Abb. 1905. 3.50.
Frau, die junge. (W. Huber.) 2. Aufl. 1913. In Geschenkeinband 4.—.
Frauenkrankheiten. (W. Huber.) 4. Aufl. 40 Abb. 1895. 4.—.
Freimaurerei. (Smitt-Kießling.) 3. Aufl. 2.50.
Fremdwörter s. Wörterbuch, Deutsches.
Fuß s. Hand und Fuß.
Fußball s. Lawn-Tennis.
Galvanoplastik, Galvanostegie. (Langbein u. Frießner.) 4. Afl. 78 Abb. 1904. 3.50.
Gartenbau s. Nutz-, Zier-, Zimmergärtnerei und Obstverwertung.
Gartengestaltung der Neuzeit.*) (Lange.) 3. Aufl. 336 Abb. u. Pläne. 1912. 12.—.
Gasfabrikation s. Chemische Technologie.
Gasmaschinen s. Dampfkessel usw.
Gebärdensprache s. Ästhet. Bildung, Mimik.
Geburt s. Frau, die junge.
Gedächtniskunst. (Kothe-Pietsch.) 9. Aufl. 1905. 1.50.
Geflügelzucht.*) (B. Dürigen.) 2. Aufl. 120 teils farbig. Abb. 1910. 10.—.
Geisteskrankheiten. (Güntz.) 1890. 2.50.
Geldschrankbau s. Schlosserei 1.
Gemäldekunde. (Th. v. Frimmel.) 2. Aufl. 38 Abb. 1904. 4.—.
Gemüsebau s. Nutzgärtnerei.
Genickstarre s. Infektionskrankheiten.
Generatoren s. Verbrennungskraftmasch.
Geographie (Arenz, Traumüller-Hahn.) 69 Abb. 1899. 3.50.
Geographie, mathematische. (H. J. Klein.) 3. Aufl. 114 Abb. 1911. 2.50.
Geogr. Verbreitung d. Tiere s. Tiere.
Geologie. (Haas.) 244 Abb. u. 1 Tafel. 1906. 4.—.
Geometrie, analyt. (Friedrich-Riedel.) 2. Aufl. Mit 56 Abb. 1900. 3.—.
Geometrie, darstell. s. Projektionslehre.
Geometrie, ebene u. räuml. (K. und F. Zetzsche.) 4. Aufl. 242 Abb. 1905. 4.—.
Geometr. Zeichnen s. Projektionslehre.
Gerberei s. Chemische Technologie.
Gesangskunst. (Ferd. Sieber.) 6. Aufl. Mit vielen Notenbeispielen. 1903. 2.50.
Gesangsorgane s. Gymnastik d. Stimme.
Geschichte, allgemeine. s. Weltgeschichte.
Geschichte deutsche. (Kentzler.) 1879. 2.50.
Gesellschaft, menschliche s. Soziologie.
Gesetzbuch, Bürgerliches. 1890. 2.50.

Gesteinskunde s. Geologie, Petrographie.
Gesundheitslehre, naturgemäße. (Scholz.) 7 Abb. 1884. 3.50.
— s. auch Körperpflege.
Gewerbeordnung, deutsche. 1901. 1.20.
Gicht u. Rheumatismus. (Pagenstecher.) 4. Aufl. 9 Abb. 1903. 2.—.
Girowesen. (Berger.) 3 Form. 1881. 2.—.
Glasfabrikation s. Chemische Technologie.
Glasmalerei s. Porzellan- und Glasm. sowie Liebhaberkünste.
Graphologie. (R. Poppée.) Mit über 600 Schriftproben. 1908. 4.—.
Gymnastik, s. Ästhet. Bildung, Turnkunst.
Haare s. Haut, Haare, Nägel.
Hand und Fuß. (Albu.) 30 Abb. 1895. 2.50.
Handelsgesetzbuch f. d. D. Reich. 1897. 2.—.
Handelskorrespondenz s. Korresp., kaufm.
Handelsmarine, deutsche. (Dittmer.) 1 Karte u. 66 Abb. 1892. 3.50.
Handelsrecht, deutsches. (R. Fischer.) 1901. 2.—.
Handelswissenschaft. (O. Goldberg.) 7. Aufl. 1903. 3.—.
Handschriftenkunde s. Graphologie.
Harmonielehre s. Kompositionslehre.
Haustiere s. Geflügelzucht, Hilfe, erste.
Haut, Haare, Nägel. (Schultz-Vollmer.) 5. Aufl. 50 Abb. 1912. 2.50.
Heilgymnastik (H. A. Ramdohr.) 115 Abb. 1893. 3.50.
Heizung, Beleuchtung u. Ventilation. (Schwartze.) 2. Aufl. 209 Abb. 1897. 4.—.
Heraldik. (v. Sacken- v. Weittenhiller.) 7. Aufl. 261 Abb. 1906. 2.—.
Herz, Blut- und Lymphgefäße, Nieren und Kropfdrüse. (P. Niemeyer.) 2. Aufl. 40 Abb. 1890. 3.—.
Hiebfechtschule. 2. Aufl. 64 Abb. 1901. 1.50.
Hilfe, erste, bei Erkrankungen der Haustiere.*) (Uhlich.) 71 Abb. 1908. 6.—.
Holzindustrie, technischer Ratgeber. (Stilbling.) 112 Abb. 1901. 6.—.
Hufbeschlag. (H. Uhlich.) 4. Aufl. 146 Abb. 1905. 2.—.
Hühnerzucht s. Geflügelzucht.
Hunderassen. (Krichler-Knapp.) 2. Aufl. 70 Abb. 1905. 3.—.
Hüttenkunde. (Dürre.) 209 Abb. 1877. 4.50.
Imker der Neuzeit.*) (O. Pauls.) 207 teils farb. Abb. 1910. 7.50.
Infektionskrankheiten. (Dippe.) 1896. 3.—.
Influenza s. Infektionskrankheiten.
Integralrechnung s. Diff.- u. Integralr.
Invalidenversicherung. (Wengler.) 1900. 2.—.
Jäger und Jagdfreunde. (Krichler-Knapp.) 57 Abb. 1902. 3.—.
Kalenderkunde. (B. Peter.) 1901. 2.—.
— s. auch Chronologie.
Kaliindustrie s. Chem. Technologie.
Kältetechnik, mod. (W. M. Lehnert.) 152 Abb. 1905. 4.—.
Käse s. Chem. Technologie, Milchwirtsch.
Kehlkopf. (Merkel-Heinze.) 2. Aufl. 33 Abb. 1896. 3.50.
Kellerwirtschaft s. Weinbau.
Keramik s. Chem. Technologie.
Keramik, Geschichte d. (Jännicke.) 417 Abb. 1900. 10.—.
Kerbschnittarbeit s. Liebhaberkünste.
Kerzen s. Chem. Technologie.
Keuchhusten s. Infektionskrankheiten.
Kind s. Sprache u. Sprachfehler.
Kindergarten, Theorie u. Praxis. (Heerwart.) 37 Abb. 1901. 2.50.
Kirchengeschichte. (Kirchner.) 1880. 2.50.
Klavierunterricht (Köhler-Hofmann.) 6. Aufl. 1905. 4.—.
Kleinwohnhaus d. Neuzeit. (Haenel u. Tscharmann.) ca. 316 Abb. 1913. 7.50 bis 10.—.
Klempnerei. (Dreher.) 1902. I. Teil. 330 Abb. II. Teil. 622 Abb. je 4.50.
Knabenhandarbeit. (Götze.) 69 Abb. 1892. 3.—.
Kompositionslehre. (Lobe-Hofmann.) 7. Aufl. 1902. 3.—.
Körperpflege d. Wasser, Luft u. Sport.*) (J. Marcuse.) 121 Abb. 1908. 6.—.
Korrespondenz, kaufm. (Findeisen-Spaltehosz.) 8. Aufl. 1911. 2.50.
— s. auch Commercial Correspondence und Correspondance commerciale.
Kosmetik s. Haut usw.
Kostümkunde.*) (W. Quincke.) 3. Aufl. Mit 459 Kostümfig. 1908. 7.50.
Krankenpflege im Hause. (P. Wagner.) 71 Abb. 1896. 4.—.
Krankenversicherung. (Wengler.) 1898. 2.—.
Krankheiten, ansteck. s. Infektionskrankh.
Krankheiten d. Tiere s. Hilfe, erste.
Kricket s. Lawn-Tennis.
Kristallographie s. Mineralogie.
Krocket s. Lawn-Tennis.
Kulturgeschichte, allgemeine. (R. Eisler.) 3. Aufl. 1905. 3.50.
Kulturgeschichte, deutsche. (R. Eisler.) 1905. 3.—.
Kunstgeschichte. (Ehrenberg.) 6. Afl. 314 Abb. 1905. 6.—, Geschenkeinb. 6.50.
— s. auch Archäologie.
Kunstwollfabrikation s. Wollwäscherei.
Kurzschrift, mittelalt. s. Abbreviaturenlexikon.
Land- und Gartensiedelungen.*) (W. Lange.) 229 teils farb. Abb. 1910. 10.—.
Lawn-Tennis u. a. (Franz Presinsky.) 105 Abb. 2. Tausf. 1907. 3.50.
Leimfabrikation s. Chem. Technologie.
Liebhaberkünste. (W. Friedrich.) 2. Aufl. 210 Abb. 1905. 2.50.

Verlag von J. J. Weber in Leipzig
Illustrirte Zeitung (erscheint seit 1843).



Aus J. J. Webers Illustrierten Handbüchern:

Buchbinderei. Von Hans Bauer. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 105 Abbild. M. 4.—

Buchdruckerkunst. Von August Müller. Achte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 286 Abbildungen und 10 farbigen Beilagen .. .. M. 6.—

Chemie. Von Prof. Dr. H. Hirzel Achte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 32 Abbildungen .. .. M. 5.—

Einführung in die anorganische Chemie von Dr. Arthur Stähler, Privatdozent a. d. Universität Berlin. 520 Großoktavseiten mit 95 Abb. u. einer farbigen Spektraltafel. In Originalleinenband M. 12.—

Einführung in die organische Chemie. Von Prof. Dr. O. Diels. Großoktav. Mit 34 Abbildungen. In Originalleinenband .. M. 7.50

Chemikalienkunde. Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Chemikalien des Handels. Zweite Auflage, vollständig neu bearbeitet von Dr. M. Pietsch. M. 3.—

Drechslerei. Von Chr. Hermann Walde und Hugo Knoppe. Mit 392 Abbildungen .. .. M. 6.—

Färberei. Von Dr. A. Ganswindt. Dritte Auflage. Mit 120 Abbildungen .. .. M. 6.—

Färberei und Zeugdruck. Von Dr. Hermann Grothe. Zweite Aufl. Mit 78 Abb. M. 2.50

Holzindustrie. Technischer Ratgeber auf dem Gebiete der Holzindustrie. Taschenbuch für Werkmeister, Betriebsleiter, Fabrikanten und Handwerker von Rudolf Stübling. Mit 112 Abbildungen .. .. M. 6.—

Jeder Band ist in Leinwand gebunden.



Verlag von J. J. Weber in Leipzig
Illustrirte Zeitung (erscheint seit 1843).



Klempnerei. Von Professor Franz Dreher. **Erster Teil.** Materialien und Arbeitstechniken der Klempnerei und dabei zur Verwendung kommende Werkzeuge, Maschinen und Einrichtungen. Mit 339 Abbildungen .. .. M. 4.50
Zweiter Teil. Die heutigen Arbeitsgebiete der Klempnerei. Mit 622 Abbildungen .. .. M. 4.50

Schlosserei. Von Julius Hoch. **Erster Teil** (Beschläge, Schloßkonstruktionen und Geldschrankbau). Mit 256 Abbildungen .. .. M. 6.—
Zweiter Teil (Bauschlosserei). Mit 288 Abbildungen .. .. M. 6.—
Dritter Teil (Kunstschlosserei und Verschönerungsarbeiten des Eisens). Mit 201 Abbildungen .. .. M. 4.50

Spinnerei, Weberei und Appretur. Vierte Auflage, vollständig neu bearbeitet von Niklas Reiser. Mit 348 Abbildungen .. .. M. 6.—

Chemische Technologie. Unter Mitwirkung von P. Kersting, M. Horn, Th. Fischer, A. Junghahn und J. Pinnow herausgegeben von Paul Kersting und Max Horn. **Erster Teil.** Anorganische Verbindungen. Mit 79 Abbildungen .. .. M. 5.—
Zweiter Teil. Organische Verbindungen. Mit 72 Abb. M. 5.—

Mechanische Technologie. Von Albrecht v. Ihering. Zweite, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 349 Abbildungen .. .. M. 4.—

Uhrmacherkunst. Von F. W. Rüffert. Vierte, vollständig neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 252 Abbildungen und 5 Tabellen .. .. M. 4.—

Wäscherei, Reinigung und Bleicherei. Von Dr. Hermann Grothe. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 41 Abbildungen. M. 2.—

Wollwäscherei und Karbonisation. Mit einem Anhang: Die Kunstwollfabrikation. Von Dr. A. Ganswindt. Mit 86 Abbildungen. M. 4.—

Ausführliche Verzeichnisse mit Inhaltsangabe jedes Bandes kostenlos!

Jeder Band ist in Leinwand gebunden.

Bierbrauerei

Bierbrauerei

Ein Hilfsbüchlein für Praktiker und Studierende

Von

M. Krandauer
Professor an der Kgl. Akademie
für Landwirtschaft und Brauerei
in Weihenstephan

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 45 Abbildungen

Leipzig 1914
Verlag von J. J. Weber, Illustrirte Zeitung


THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARIES
CHICAGO, ILL.

Vorwort zur ersten Auflage.

Dem Ansuchen des Verlages, die Zahl der Illustrierten Handbücher, die auf den verschiedenen Gebieten des Wissens und der allgemeinen Bildung bereits erschienen sind, mit einem solchen über „Bierbrauerei“ zu vermehren, habe ich gerne entsprochen.

Der Gedanke, der mich bei Verfassung des Manuskriptes leitete, war, einerseits dem Braupraktikanten wie dem reinen Praktiker ein Hilfsmittel an die Hand zu geben, um sich Aufschluß zu holen, wie und warum die einzelnen Operationen bei der Bierfabrikation ausgeführt werden sollen, um nach jeder Richtung, Rentabilität wie gute Qualität des fertigen Produktes, ein befriedigendes Resultat zu erzielen, andererseits aber auch dem Brauerei Studierenden das Wichtigste und Wissenswerteste der wissenschaftlichen Forschungen in gedrängter Kürze zu bieten, so daß er den Vorträgen auf einer Brauerschule leichter zu folgen und das Verständnis sich anzueignen vermag, ausführlichere Werke über Brauereiwissenschaft und wissenschaftliche Fachschriften nutzbringend zu lesen.

Der festgesetzte, etwas engbemessene Raum für das vorliegende Buch dürfte Anlaß, aber auch Entschuldigung hierfür sein, falls das Büchlein sowohl bei dem Praktiker, der lieber die theoretischen Abhandlungen vermissen oder doch noch weiteres gekürzt sehen möchte, wie auch bei dem theoretisch gebildeten Brauer, der diesen und jenen Gegenstand, welche

Einrichtung und Betrieb anlangen, unbesprochen findet, manches zu wünschen übrig läßt.

Allen Brauerei-Interessenten möge dieses Handbuch ein kleiner Ratgeber sein, bei allen wohlwollende Aufnahme und Beurteilung finden!

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Tendenz, welche den Verfasser bei der seinerzeitigen Bearbeitung des „Katechismus der Bierbrauerei“ leitete, ist bei der vorliegenden teilweisen Um- und Neubearbeitung dieses Hilfsbüchleins dieselbe geblieben.

Ganz bedeutende Fortschritte haben Brauereiwissenschaft und Technik in den letzteren Jahren gemacht, doch konnte bei dem engbegrenzten Raum dieses kleinen Werkes nur das Wissenswerteste und Erprobteste kurze Berücksichtigung finden.

Die Temperaturangaben sind nach dem 100 teiligen Thermometer (Celsiusgrade) gewählt. Sind auch noch vielfach in der Praxis Reaumur-Thermometer im Gebrauch und werden sie auch nicht so bald daraus verschwinden, so hielt es der Verfasser doch für zweckentsprechend, nur Celsiusgrade anzuführen.

Im Anhang ist eine Tabelle angefügt zur Vergleichung von Celsius- und Reaumurgraden.

Schließlich sei Herrn Kollegen Dr. Schnegg für die Umarbeitung des Kapitels Hefe sowie Herrn Kollegen Dr. Mayr für die Unterstützung bei der Abfassung des Manuskriptes, besonders für die Besorgung der Korrekturen wärmster Dank gesagt.

Möge dieses Hilfsbüchlein wieder freundliche Aufnahme und wohlwollende Beurteilung finden!

Weihenstephan, Mai 1913.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Die Braumaterialien.

Zweiter Abschnitt.

Die Malzbereitung.

Dritter Abschnitt.

Der Brauprozeß.

Seite

Vierter Abschnitt.

Die Gärung.

Fünfter Abschnitt.
Das fertige Bier.

Sechster Abschnitt.
Die Besteuerung der Bierfabrikation.

Anhang.

Erster Abschnitt.

Braumaterialien.

1. Das Wasser.

Das Wasser, welches in der Brauerei zur Anwendung kommt, stammt aus Quellen, Brunnen, Bächen, Flüssen. Die in diesen Wassern gelösten Bestandteile sind — vom Mineralwasser und Meerwasser abgesehen, die ja auch als Brauwasser nicht gebraucht werden können — meist dieselben, doch finden sie sich, bedingt durch die Beschaffenheit des Bodens, mit dem das Wasser in Berührung kommt und kürzere oder längere Zeit in Berührung bleibt, in sehr verschiedenen Mengen.

Kalk, Magnesium und Natron sind vorwiegend vorhanden; in geringer Menge Eisen, Tonerde, Kali und Ammonium. Diese Basen sind hauptsächlich gebunden an Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor und Kieselsäure, seltener an salpetrige Säure, Salpetersäure und Phosphorsäure. Kohlensäure findet sich auch im freien Zustande im Wasser und ist insofern von Bedeutung, als sie Kalk- und Magnesiumkarbonate, die in reinem Wasser unlöslich sind, in Lösung hält. Organische Substanzen kommen ebenfalls fast in jedem Wasser vor. Gerade diese spielen bei der Beurteilung eines Wassers zu Brauzwecken eine wichtige Rolle. Können die organisierten organischen Substanzen (Mikroorganismen) große Betriebsstörungen verursachen, so begünstigen die nicht organisierten organischen Substanzen die Schimmelbildung bei der Malzbereitung.

Wasser, das größere Mengen von Salzen der alkalischen Erden (Kalk und Magnesium) enthält, wird hartes Wasser genannt. Man unterscheidet Gesamthärte, d. i. die Härte, welche

ungekochtes Wasser zeigt, und bleibende oder permanente Härte, d. i. Härte des längere Zeit gekochten Wassers. Den Unterschied zwischen diesen beiden bezeichnet man mit vorübergehender, temporärer Härte.

Diese letztere entspricht den ursprünglich im Wasser gelösten doppeltkohlensauren Salzen von Kalk und Magnesia. Die Härte eines Wassers wird in sog. Härtegraden ausgedrückt. Es ist in Deutschland Brauch, die Einheiten von Kalk in 100 000 Teilen Wasser Härtegrade zu nennen, in Frankreich die Einheiten von kohlensaurem Kalk. Für vorhandene Magnesiumverbindungen kommt hierbei eine äquivalente Menge Kalk in Rechnung, was ja geschehen kann, weil die Menge der Magnesiaverbindungen in den gewöhnlichen Wassern gegenüber den Kalkverbindungen meist bedeutend geringer ist. Zeigt ein Wasser z. B. 20 deutsche Härtegrade, so heißt dies: in 100 000 Teilen Wasser (in einem Hektoliter) sind 20 Teile (20 g) Kalk und Magnesia, diese ausgedrückt durch eine äquivalente Menge Kalk, an Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Chlor gebunden, enthalten.

Weiches Wasser enthält geringe Mengen von Salzen, namentlich Kalk- und Magnesiumsalze gelöst.

Bei Beurteilung eines Wassers für Brauereizwecke stellt man im allgemeinen die gleichen Anforderungen wie für Trinkwasser. Gewiß ist, daß ein Wasser, das als Trinkwasser geeignet befunden wurde, auch als Brauwasser sehr gut brauchbar sein wird. Allein auch ein Wasser, das als Trinkwasser zu beanstanden ist, kann in der Brauerei verwendet werden und wird ohne den geringsten Nachteil verwendet. Für Trinkwasser nimmt man z. B. als Grenzzahl für die Rückstandsmenge, d. h. für die Menge der in einem Hektoliter gelösten festen Bestandteile, 50 g an; ein Wasser, das die doppelte und dreifache Rückstandsmenge hat, kann aber als Brauwasser ganz gut noch unter gewissen Voraussetzungen benützt werden.

Überhaupt, die in Fachkreisen noch häufig verbreitete Ansicht, das Wasser übe einen bedeutenden, ja vorzüglichen Einfluß

auf den Charakter, auf die Eigenschaften des Bieres aus, oder bei Betriebsstörungen sei in erster Linie der Grund hierfür in dem verwendeten Wasser zu suchen, ist als eine irrige zu bezeichnen. Freilich soll damit nicht gesagt sein, jedes Wasser sei als Brauwasser tauglich, oder es sei ganz gleichgültig, welches Wasser zur Verwendung kommt, oder die Beschaffenheit des Wassers sei ohne jeglichen Einfluß auf den Verlauf des Brauprozesses; zweifellos ist es aber, daß die Qualität eines Wassers die Bierfabrikation einerseits erleichtern, andererseits erschweren und auf die Eigenschaften und besonders auf den Geschmack eines Bieres Einfluß nehmen kann.

Wäre es möglich, zu den verschiedenen Zwecken, zu denen man Wasser bedarf, Wasser von bestimmten Eigenschaften, von bestimmter Zusammensetzung zu benützen, so könnte dies nur vorteilhaft sein, doch in der Praxis ist man darauf angewiesen, das Wasser zu verwenden, wie es die Natur eben zur Verfügung stellt. Auf einen Punkt soll und muß der Brauer ein besonderes Augenmerk verwenden, nämlich darauf, daß jegliche Verunreinigung seines Wassers durch Tagewasser, durch Abfallwasser, sei es aus dem eigenen Betriebe oder durch Zuflüsse von in der Nähe liegenden Fabriken, ausgeschlossen ist. Derartige Verunreinigungen, von denen man lange Zeit keine Ahnung hat, haben oftmals zu sehr großen Betriebsstörungen Anlaß gegeben und es kann dann häufig nur mit großen Schwierigkeiten und Geldopfern der Grund der Kalamität behoben werden.

Im nachstehenden wird die Verwendung des Wassers zu den verschiedenen Zwecken in der Brauerei und die Anforderungen, denen es hierbei entsprechen muß, in Kürze erörtert.

Wasser zum Weichprozeß. Wasser von verhältnismäßig niedriger (9 bis 11° C) und in den verschiedenen Jahreszeiten sich möglichst gleichbleibender Temperatur, in welchem keine oder nur sehr wenig organische Substanzen gelöst und suspendiert enthalten sind, dürfte zu diesem Zwecke das geeignetste sein. Brunnenwasser aus einer Tiefe von mindestens 10 bis 12 Meter entsprechen am besten. Wasser mit größeren Tempe-

raturschwankungen bedingt einen ungleichmäßigen Verlauf des Weichprozesses. Ist das Wasser zu kalt, so wird dieser verzögert, ist es zu warm, so wird es auf die Keimfähigkeit der Gerste schädlich einwirken. Größere Mengen organischer Substanzen veranlassen ein öfteres Wechseln des Wassers im Weichstocke, soll nicht der Geruch und Geschmack und somit der Wert des fertigen Malzes darunter leiden. Mit dem oftmaligen Wechseln des Wassers ist aber ein größerer Verlust an nutzbaren Bestandteilen des Gerstenkornes verbunden. Bezüglich der Mineralbestandteile, die in einem Weichwasser enthalten sind, ist ohne Belang, ob das Wasser zu den harten oder weichen Wassern zu zählen ist. Im allgemeinen wird man hierzu solchen Wässern den Vorzug geben, die einen hohen Salzgehalt aufweisen, während man weiche Wässer, wie neuere Untersuchungen von Seyffert (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1908) beweisen, nicht gerne hat. Mäßig hartes Wasser, und zwar gipshaltiges, zieht man dem weichen aus dem Grunde vor, weil jenes meist weniger organische Substanzen enthält. S. Felix bespricht (Bierbrauer, Jahrgang 1896, Nr. 30) auf Grund eigener Erfahrungen und eingehender Untersuchungen den nachteiligen Einfluß stark gipshaltigen Wassers auf den Mälzungsprozeß. Wasser mit einem Abdampfrückstand von 3,233 g im Liter, welcher der Hauptmenge nach, und zwar 2,1226 g, aus Gips bestand, wurde als Weichwasser benützt. Trotz Vermälzung von sehr guter Gerste, trotz entsprechender Vollweiche und sorgfältigster Führung des Keimprozesses zeigte sich ein sehr ungleiches Wachstum; eine nicht unbeträchtliche Zahl der Körner keimte überhaupt nicht oder schwach. Das Darrmalz, obwohl die Darre äußerst vorsichtig behandelt wurde, ließ viel zu wünschen übrig. Die Verzuckerungszeit war eine zu lange, das Verhältnis von Zucker zu Nichtzucker ungünstig, der Bruch der Maische äußerst feinflockig und lehmig, die Abläuterung vollzog sich langsam, die Würze war opalisierend, die Ausbeute des Malzes gering. Diese Laboratoriumsresultate wurden durch die in der Praxis erzielten vollauf bestätigt und es kam

hier noch dazu, daß kein feiner Bruch im Hopfenkessel eintrat. Besonders war die Gärung nicht zufriedenstellend, sie verlief träge bei schwacher Kräusenbildung und zeigte beim Rückgang eine Blasendecke. Mannigfache Untersuchungen in einzelnen Prozessen der Malzfabrikation führten zu keiner Aufklärung der Störung, bis durch Anstellung von Weich- und Keimversuchen bei Verwendung verschiedener Wasser der Grund hierfür in dem hohen Gipsgehalt des betreffenden Wassers gefunden wurde. Dagegen Wasser mit 0,7247 g Abdampfrückstand im Liter und 0,4611 g Gips, das doch zu den harten Wassern zu zählen ist, als Weichwasser verwendet, ließ keine der vorangeführten unliebsamen Erfahrungen mehr beobachten.

Einen bedeutenden Gehalt an Kochsalz soll das Weichwasser nicht haben. Größere Mengen von Kochsalz lassen auf Verunreinigungen des betreffenden Wassers schließen, und bestätigt dies eine nähere Untersuchung, so wird das Wasser auch Ammoniak, salpetrigsaure und salpetersaure Salze und organische Substanzen enthalten, so daß das Wasser zu Mälzereizwecken unbrauchbar zu erklären ist. Andererseits liegen einige Untersuchungen vor, deren Resultat ist, daß ein höherer Gehalt an Kochsalz die Quellreife und den Beginn der Keimung verzögern, die Entwickelung der Wurzelkeime hemmen, die des Blattkeimes hingegen fördern. Die Ausscheidung eiweißhaltiger Substanzen ist eine geringere; das Malz aus Gerste, die in kochsalzreichem Wasser geweicht wurde, enthält mehr stickstoffhaltige Körper als im umgekehrten Falle.

Nach Seyffert (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1907, Seite 199) bestimmt die Zusammensetzung des Weichwassers den Grundcharakter des Malzes. Bikarbonate im Weichwasser veranlassen einen süßen Geschmack, dunklere Farbe und ein intensiveres Malzaroma. Gipshaltiges Wasser begünstigt die Erzeugung von Malz für lichte Biere.

Seyffert stellt in seiner vorher erwähnten Abhandlung folgende Anforderungen an die Zusammensetzung eines Wassers zur Erzeugung verschiedener Biertypen:

1. Pilsener Typus: Sehr weiches Wasser mit höchstens 20 g Rückstand im hl, wenig kohlensaurem Kalk (8,15 g), sehr wenig Gips 4 g.

2. Münchener Typus: Wasser mit 35 bis 85 g Rückstand im hl, hoher Gehalt an Bikarbonaten des Kalziums und Magnesiums (45,9 g), geringer Gehalt an Gips (5,36 g).

3. Dortmunder Typus: Hartes Wasser mit einem Rückstand von 80 bis 100 g und darüber, vorherrschend Gips.

Die biologische Beschaffenheit eines Wassers zu Weichzwecken ist im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung, da ja an der Gerste selbst eine große Menge von Organismen haftet.

Wasser zum Brauprozesse. Bei einem Wasser, das zur Erzeugung und Gewinnung der Würze benützt wird, kommt dessen Zusammensetzung weniger in Betracht. Das Wasser erleidet ja bei diesem Prozesse Veränderungen, indem durch das Kochen von Maische und Würze Salze aus dem Wasser ausgeschieden, aber auch solche aus dem Malze und dem Hopfen aufgenommen werden. Die im Wasser vorhandenen, auf die Gärung eventuell störend wirkenden Organismen werden durch das Kochen zerstört. Hartes Wasser, dessen Härte mehr durch Gips als durch Bikarbonate bedingt wird, eignet sich besser; eine größere Menge von Chloriden, Natriumchlorid, schadet nichts, wenn deren Herkunft nicht auf grobe Verunreinigungen zurückzuführen ist. Eisensalze und kohlensaures Natron sollen nicht oder nur in ganz geringer Menge vorhanden sein. Rührt der höhere Härtegrad eines Wassers hauptsächlich von doppeltkohlensauren Salzen her, so ist ein solches Wasser weichem Wasser gleich zu achten, denn beim Maischekochen tritt eine Zerlegung dieser Verbindungen ein unter Ausscheidung der neutralen Salze. Man hat die Erfahrung, daß Wasser mit viel doppeltkohlensaurem Kalk zur Herstellung lichter Biere nicht geeignet ist; allein durch einfaches Kochen eines derartigen Wassers und Absetzenlassens des kohlensauren Kalkes wird es auch zu diesem Zwecke brauchbar gemacht werden können. Gips-

haltiges Wasser gilt als das beste Brauwasser. Würzen mit gipshaltigem Wasser bereitet, brechen sich nach dem Hopfensud sehr schön. Die Eiweißkörper scheiden sich in großen Flocken ab, und die Würze zeigt nach kurzem Stehenlassen einen feurigen Glanz. Diese Eiweißkörper werden dann auch beim Ausschlagen der Würze im Hopfenseiher durch den Hopfen leichter und vollständiger zurückgehalten.

Gipshaltiges Wasser verzögert die Hauptgärung und erniedrigt den Vergärungsgrad, was auf die Vollmundigkeit und Haltbarkeit des Bieres von wesentlichem Einfluß ist. Es dürfte dies darauf zurückzuführen sein, daß nach den Versuchen von Doemens (Allgemeine Brauer- und Hopfenzeitung 1907, Seite 612) die Extraktausbeute des Malzes eine größere, die Zuckermenge im Extrakt aber eine geringere wird. (Pankrat, Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1906, Seite 680).

Soweit nun ferner die raschere Klärung der Biere im Lagerfasse und deren größere Haltbarkeit mit der vollständigeren Entfernung der leicht koagulierbaren Eiweißstoffe zusammenhängt, ist dies der günstigen Wirkung des Gipses zuzuschreiben. Man hat schon öfters, und zwar mit gutem Erfolge, einem Wasser, das zu wenig Gips enthielt, künstlich Gips verschafft durch Zusatz von gepulvertem Gipsstein. Gebrannter Gips ist nicht zu verwenden. Man bezeichnet dieses Gipsen des Wassers mit burtonisieren. Es ist jedoch keineswegs zu empfehlen, durch das sog. Burtonisieren den Gipsgehalt des Wassers wesentlich zu erhöhen, da sonst Störungen, zumal in der Mälzerei (siehe Seite 4) eintreten würden. Nur bei Verwendung von sehr weichen Wässern ist ein Vorteil durch Gipszusatz zu erwarten. Das Brunnenwasser von Burton enthält nämlich eine beträchtliche Menge Gips. Das Burton-Bier (Pale Ale) gilt als das beste und haltbarste englische Bier, und man ist der Überzeugung, daß der Grund hiervon in dem hohen Gipsgehalt des Wassers liegt. Ein größerer Gehalt an Chloriden, zumal Kochsalz, schadet, wie schon bemerkt, im Brauwasser nichts; man will selbst gefunden haben, daß Kochsalz günstig auf die Klärung und auf den

Geschmack des Bieres wirkt; allein immerhin ist es angezeigt, durch eingehende chemische und biologische Untersuchung festzustellen, daß grobe Verunreinigungen des Wassers durch Abflüsse von Aborten, Stallungen, Düngergruben ausgeschlossen sind; wäre dies der Fall, so könnte ein solches Wasser überhaupt nicht verwendet werden. Eisenverbindungen sollen nicht vorkommen. Man wird jedoch selten ein Wasser finden, das vollständig frei von Eisen ist. In den allermeisten Fällen ist das Eisen als doppeltkohlensaures Eisenoxydul vorhanden. Wird das Wasser erwärmt oder sorgt man dafür, daß es mit Luft in Berührung kommt, so scheidet sich Eisenhydroxyd als brauner Schlamm ab, der durch Filtration entfernt wird. Schlimmer ist es, wenn das Eisen als schwefelsaures Eisenoxydul in einem Wasser enthalten ist, weil seine so einfache Entfernung nicht möglich ist. Derartig eisenhaltige Wasser können zu verschiedenen Betriebsstörungen Anlaß geben. Farbe und Geschmack der Würze werden nachteilig beeinflußt, der Verlauf der Gärung ist ein unregelmäßiger; häufiges Zeugwechseln ist dadurch bedingt. Kohlensaures Natron in einem Brauwasser wird sich überhaupt selten finden. Die schädliche Wirkung dieses Salzes besteht darin, daß außer dem Zufärben der Verzuckerungsprozeß wesentlich verzögert wird und mithin der Fall eintreten könnte, daß kleistertrübe Würzen und Biere resultieren, die Extraktausbeute nach Monfang geringer ausfällt. Die schädliche Wirkung dieses Salzes läßt sich jedoch durch entsprechenden Zusatz von Chlorkalzium verbessern. In einer Abhandlung der Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1908 werden die ähnlichen Resultate, wie sie Seyffert beim Weichwasser macht, angegeben, doch dahin aufmerksam gemacht, daß nicht dem Weichwasser, sondern dem Brauwasser weitaus der größte Einfluß auf den Charakter und den Geschmack des Bieres zuzuschreiben sei. Eine Verbesserung des Brauwassers werde mehr in Erscheinung treten, als dies bei einer solchen des Weichwassers der Fall sein dürfte.

Wasser mit größeren Mengen von Bikarbonaten, die somit zur Erzeugung von hellen Bieren nicht geeignet sind, lassen sich,

wie oben schon bemerkt, durch Kochen und Absetzenlassen der Ausscheidung verbessern. Jalowetz (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1911) empfiehlt das Entkarbonisieren solchen Wassers in der Weise: Gründliches Durchwirbeln des Wassers und Erhitzen auf hohe Temperatur, Überhitzen unter Benützung von Überdruck.

Wasser zu Reinigungszwecken, zum Abwässern des Zeuges, zum Nachfüllen der Fässer muß rein sein; organische Substanzen, Mikroorganismen dürfen sich nur in sehr geringen Mengen nachweisen lassen. Bei Verwendung eines Wassers zu genannten Zwecken ist dessen Vermengung mit der Würze oder dem Biere die notwendige Folge. Wird unreines Wasser benützt, Wasser, das Organismen enthält, die die Würze oder das Bier schädlich beeinflussen können, so wird sich diese üble Wirkung im Verlaufe der Gärung oder im Geschmacke, Glanze und der Haltbarkeit des Bieres zeigen. Eine chemische Untersuchung des betreffenden Wassers würde für dessen Brauchbarkeit in dieser Richtung keinen genügenden Aufschluß geben, sondern es ist auch die biologische Prüfung, wofür Hansen die Grundlage angegeben, notwendig. Es handelt sich bei dieser Prüfung darum, den Nachweis zu liefern, ob in dem zu untersuchenden Wasser Mikroorganismen enthalten sind, die in sterilisierte Würze und sterilisiertes Bier gebracht, schädliche Veränderungen hervorbringen können. Schwackhöfer hat eine größere Anzahl chemischer und biologischer Wasseruntersuchungen, wie solche an der Versuchsstation für Mälzerei und Brauerei in Wien ausgeführt wurden, veröffentlicht. Aus den Resultaten dieser Untersuchungen läßt sich ersehen, daß ein Wasser, das in chemischer Hinsicht als unbrauchbar zu erklären ist, dies auch in biologischer ist. Es kommt aber andererseits vor, daß ein Wasser, das auf Grund der chemischen Analyse als ganz gutes Brauwasser zu bezeichnen ist, auf Grund der biologischen Prüfung beanstandet werden muß. Schwackhöfer fügt dabei an, daß alle Wasser, die in chemischer Beziehung als tauglich zu betrachten sind, biologisch aber schlecht sind, durch einfache Filtration brauchbar gemacht werden können.

Das Filtermaterial muß freilich so beschaffen sein, daß diese fein suspendierten Bestandteile zurückgehalten werden.

Wasser zum Abwässern der Hefe muß rein sein und darf keine Mikroorganismen enthalten, die in der Würze sich fortpflanzen können; hartes Wasser ist deshalb vorzuziehen, weil der Kalk ein wichtiger Nährstoff für Hefe ist und weil auch dadurch ein geringerer Verlust an Eiweißstoffen und Phosphaten der Hefe bedingt ist.

Auch zum Vollhalten der Lagerfässer bei der Nachgärung kann nur Wasser benützt werden, das rein, farblos, geruchlos und frei von Organismen ist, die im Bier entwickelungsfähig wären.

Wasser zum Speisen des Dampfkessels. Auch an das Speisewasser stellt man bestimmte Anforderungen, weil ja die Menge und die Beschaffenheit des Kesselsteines von der Menge und der Art der in einem Wasser vorhandenen Mineralbestandteile abhängig ist. Wasser zu diesem Zwecke soll eine geringe Härte, unter sechs deutschen Härtegraden, besitzen und völlig klar sein. Der Härtegrad eines Wassers ist zunächst, wie schon bemerkt, bedingt durch die Kalzium- und Magnesiumsalze. Wohl jedes natürliche Wasser enthält aber Kalzium und Magnesium zum Teil als Bikarbonate, zum Teil als Sulfate, Chloride usw. Wird solches Wasser im Kessel erhitzt, so entweicht zunächst so viel Kohlensäure als die an und für sich unlöslichen Karbonate zu ihrer Lösung gebraucht haben; diese fallen daher als Niederschlag aus und setzen sich an den Kesselwandungen, namentlich an den heißesten Stellen, kristallinisch ab. In dem Maße wie nun Wasser verdunstet, wird auch dem schwer löslichen Gips sein Lösungsmittel entzogen, und dieser scheidet sich ebenfalls aus, so daß weitaus die meisten Kesselsteine aus den Karbonaten von Kalzium und Magnesium (in der Hauptmasse) sowie aus Gips bestehen. In neuerer Zeit wurde von Reichard auch auf die Anwesenheit von Kieselsäure in Kesselsteinen aus kieselsäurehaltigen Wassern aufmerksam gemacht. Mit jeder neuen Speisung werden auch diese kristallinischen Ausscheidungen

vermehrt und schließlich findet man an der Innenseite der Kesselbleche einen oder mehrere Zentimeter dicke, harte Krusten von Kesselstein. Dieser stellt nun einen schlechten Wärmeleiter dar, der zwischen Kesselwand und Wasserfüllung eingeschaltet ist und der die Weiterleitung der Wärme ganz bedeutend hintanzuhalten vermag. Infolgedessen wird das Kesselblech an solchen Stellen über Gebühr erhitzt, das Eisen blättert sich ab, und der Kessel kann undicht werden. Berstet nun gar der Kesselstein über einer solchen heißen Stelle, so dringt das Wasser an die heiße Kesselwand, es erfolgt eine übermäßige Dampfbildung, dem erhöhten Druck hält der hier dünne Kessel nicht mehr stand, und eine gewaltige Explosion ist die unausbleibliche Folge.

Es ist nun ein Glück, daß uns die Wissenschaft die Mittel an die Hand gibt, durch Reinigung des Wassers die Kesselsteinbildung und deren nachteilige Folgen zu verhüten. Diese Mittel sind Soda, für sich oder in Verbindung mit Kalkwasser oder Natronlauge. Diese Substanzen bezwecken die Ausfällung der den Kesselstein bildenden Salze, die man entweder im Kessel selbst oder in der Weise vornehmen kann, daß man das Wasser zuerst reinigt und dann erst zum Kesselspeisen verwendet.

Im ersten Falle spricht man von Kesselreinigern, im zweiten von Wasserreinigern.

Kesselreiniger. Als Zusatz wird nur Soda, in neuerer Zeit wohl auch chromsaures Kali gegeben. Die Größe des Sodazusatzes ergibt eine chemische Analyse des Wassers oder sie wird auf andere Weise, auf die jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann, bestimmt. Die Karbonate würden sich zwar von selbst ausscheiden, ohne daß man für sie den Soda brauchte, indessen scheint die Ausscheidung bei Gegenwart von Soda in mehr schlammiger Form, die nicht zu Kesselstein führt, vor sich zu gehen. Jedenfalls aber hat man festzuhalten, daß die hierfür notwendige Menge m_1 für ein Kubikmeter Wasser wieder regeneriert wird;

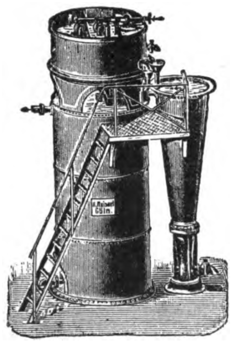
$$CaH_2(CO_3)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2CO_3$$

doppeltkohlens. Kalk — Soda — neutr. kohlens. Kalk

$$+ CO_2 + H_2O;$$

Kohlensäure — Wasser

man braucht sie also nur bei jeder Neufüllung zuzusetzen. Die für die übrigen Kalk- und Magnesiumsalze nötige Sodamenge m_2 für ein Kubikmeter muß aber täglich, in dem Maße



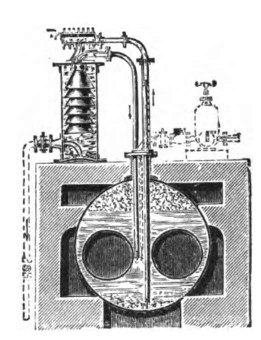


Abb. 1. Wasserreiniger. Abb. 2. Kesselreiniger.
System Dervaux.

als neues Speisewasser in den Kessel kommt, zugegeben werden. Man muß also für ein Kubikmeter Wasser bei jeder Neufüllung zusetzen: $m_1 + m_2$ Soda, sonst immer nur für jedes Kubikmeter verdampftes bzw. nachgefülltes Wasser m_2 Soda.

Der gebildete Schlamm wird dann täglich abgelassen.

Wasserreiniger. Hier wird, wie bemerkt, der Kessel mit bereits gereinigtem Wasser gespeist. Wir brauchen also eine Reinigungsanlage, wo durch Zusätze von Soda und Kalkwasser (Dervaux) oder Soda und Lauge (Dehne) die Kesselstein bildenden Salze ausgefällt werden und das weiche, filtrierte Wasser verwendet wird. Um die Ausfällung möglichst vollständig zu gestalten, hat sich das gleichzeitige Erwärmen des Wassers (Abdampf oder direkter Dampf) auf 69 bis 80° C als notwendig herausgestellt.

Der Wasserreiniger von Dervaux (Abb. 1) besteht hauptsächlich aus drei Teilen, dem Kalksättiger, dem Klärbehälter mit Stromleitung und dem Verteilungsapparat und eignet sich besonders zur Reinigung solchen Wassers, das auf Zusatz von Kalk und Soda leicht Schlamm bildet, der sich gut absetzt und durch die Schlammabflußöffnung bequem entfernt werden kann.

Der Kesselreiniger von Dervaux (Abb. 2) besteht aus einem auf den Kessel oder auf eine Wandkonsole aufgestellten

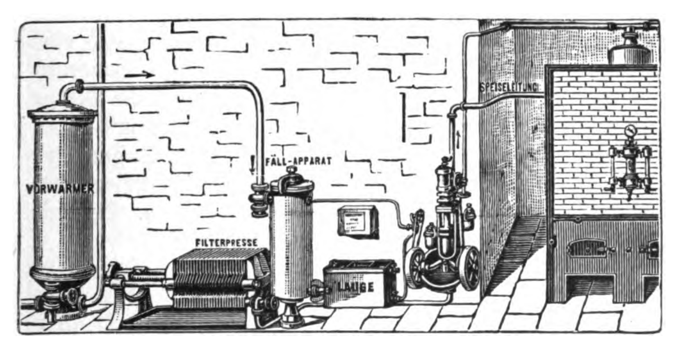


Abb. 3. Wasserreinigungsanlagen. System Dehne.

Schlammfänger, der zu einem Klärbehälter mit Stromleitung ausgebildet und durch die Zirkulationsrohre mit dem Kesselinnern verbunden ist. Die Einfachheit der Aufstellung, die Verhütung der Kesselsteinbildung und die selbsttätige Entfernung des Schlammes aus dem Kessel lassen diesen Kesselreiniger sehr vorteilhaft erscheinen.

Wasserreiniger von Dehne (Abb. 3). Das Wasser passiert zunächst den Vorwärmer, in dem es auf die entsprechende Temperatur (69 bis 80° C) gebracht wird. Aus dem Vorwärmer gelangt das warme Wasser in den Füllapparat. Hier findet die Mischung des Wassers mit der Lauge statt und gleichzeitig die Ausscheidung des Schlammes. Die Filterpresse, die nachher das Wasser durchstreicht, hält den Schlamm zurück, der sich innerhalb eines Tages als fester Kuchen

anhäuft, und nach Auseinanderschiebung der einzelnen Filter entweder selbst abfällt oder mit einem Spatel abgestrüpft wird. Das gereinigte klare Wasser wird mittels einer Pumpe in den Dampfkessel oder in ein Reservoir gepumpt.

Große Verbreitung hat das Verfahren von Berenger und Stingl gefunden, das nicht nur zum Weichmachen von Speisewasser, sondern auch zum Reinigen von zu technischen Zwecken dienendem Wasser, in mancher Brauerei auch zur Reinigung der Abwasser benützt wird. Als Reinungsmittel werden Ätzkalk, Ätznatron und Soda gebraucht. Durch eine chemische Untersuchung werden die im Wasser vorhandenen Substanzen der Menge nach ermittelt und danach die Menge der zu verwendenden Reagentien berechnet. Das mit diesen Reinigungsmitteln behandelte, weich gemachte Wasser wird entweder in Klärbehältern der Selbstklärung überlassen, oder es finden einfache Filtervorrichtungen Anwendung. Die Umsetzung geben nachstehende Gleichungen wieder:

$$CaH_2(CO_3)_2 + CaO = 2\,CaCO_3 + H_2O$$
doppeltkohlens. Kalk — Ätzkalk — neutr. kohlens. Kalk — Wasser

$$CaH_2(CO_3)_2 + 2\,NaOH = CaCO_3 + Na_2Co_3 + 2\,H_2O$$
Ätznatrium — Soda

$$CaSO_4 + NaCO_3 = CaCO_3 + Na_2So_4$$
Gips — schwefels. Natrium

$$MgSO_4 + 2\,NaOH = Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$$
schwefels. Magnesium — Magnesiahydrat

Es ist zwar nicht möglich, durch dieses Verfahren die Kalzium- und Magnesiumsalze vollständig aus einem Wasser zu entfernen, etwas kohlensaurer Kalk und Magnesiahydrat gehen in Lösung; doch ist sicher, daß der Härtegrad eines Wassers auf diese Weise auf 2 bis 3 Grad erniedrigt wird. Solch gereinigtes Wasser, als Kesselspeisewasser benützt, wird erst nach Wochen eine schwache, dünn und leicht zu entfernende Schicht von Kesselstein bilden.

In neuerer Zeit wird das Verfahren von A. Nieske, Dresden, vielfach empfohlen. Dieses besteht in der Ausfällung

des kohlensauren und schwefelsauren Kalkes mit saurem chromsauren Natrium. Als besondere Vorteile genannten Verfahrens, die durch nähere Versuche auch bestätigt sein sollen, werden angeführt, daß der Kalk, der in einem Speisewasser als kohlensaurer oder schwefelsaurer Kalk enthalten ist, als dünner, leichter Schlamm sich abscheidet und leicht entfernt werden kann, die Kesselwände dabei vollommen blank bleiben, nicht im geringsten angegriffen werden.

$$\underset{\text{doppeltkohlens. Kalk}}{CaH_2(CO_3)_2} + \underset{\text{saur. chroms. Natrium}}{Na_2Cr_2O_7} = \underset{\text{chroms. Kalk}}{CaCrO_4}$$

$$+ \underset{\text{neutr. chroms. Natrium}}{Na_2CrO_4} + \underset{\text{kohlens.}}{2\,CO_2} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O}$$

$$\underset{\text{schwefels. Kalk}}{CaSO_4} + \underset{\text{Natriumbichrom.}}{Na_2Cr_2O_7} = CaCrO_4 + \underset{\text{schwefels. Natrium}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{Chromsäureanhyd}}{CrO_3}$$

Die freie Chromsäure sowie ein Überschuß von chromsauren Salzen sollen keinen schädlichen Einfluß auf Metallteile usw. haben.

Es werden noch eine Reihe anderer Mittel und Apparate zur Verhütung von Kesselstein angepriesen und empfohlen, auf deren Besprechung hier jedoch nicht eingegangen werden kann. Erwähnt sei nur das Enthärten des Wassers durch Permutit, ein durch Zusammenschmelzen von Tonerdesilikaten mit Soda künstlich hergestelltes Silikat, das die Eigenschaft besitzt, ein Wasser vollständig zu enthärten. Jegliches Geheimmittel gegen Kesselsteinbildung möge zurückgewiesen werden.

Wasser zu Kühlzwecken, Eisbereitung. In dieser Beziehung sind die Anforderungen an ein Wasser keine strengen. Es kommt ja auch hier das Wasser mit der Würze oder dem Biere nicht in direkte Berührung, sondern dient nur als Kühlmittel. Klarheit und möglichst niedrige Temperatur sind die einzigen zwei Punkte, die Beachtung verdienen.

Reinigung der Brauereiabwasser (s. auch Brand, Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1895). Die Menge der Abwasser einer Brauerei ist eine beträchtliche. Diese Abwasser sind reich

an leicht zersetzbaren organischen Substanzen, die rasch faulige Gärung herbeiführen können. Ist einerseits eine rasche Entfernung dieser Wasser im Interesse der Brauerei selbst, wegen der Infektionsgefahr, geboten, so ist dies andererseits auch aus sanitären Gründen erforderlich.

Die einfachste, bequemste und billigste Art der Entfernung der Abwasser ist deren Einleitung in einen raschfließenden Bach oder Fluß. Doch ist dies nicht immer möglich, und außerdem kommt es heutzutage häufig vor, daß von seiten der Polizeibehörde auch in Fällen, wo diese Möglichkeit gegeben ist, verlangt wird, daß die Abwasser einer vorherigen Reinigung und Desinfektion unterworfen werden. Eine große Anzahl von Methoden zur Reinigung der Brauereiabwasser sind in Vorschlag gebracht worden, die mit mehr oder weniger Erfolg Anwendung gefunden haben. Erwähnung können hier nur einige finden.

Berieselung. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß dieses das zweckmäßigste Reinigungssystem ist, vorausgesetzt, daß die notwendige Bodenfläche hierfür vorhanden ist und die Bodenbeschaffenheit es gestattet. Die im Wasser gelösten Stoffe würden dann auch als Nährstoffe für die Pflanzen dienen. Einer Versumpfung des Bodens wird dadurch vorgebeugt, daß das durchsickernde Wasser durch Drainageanlagen abgeführt wird.

Ingenieur W. Wodiczka hat in der Brauerei in Wiener-Neudorf eine Berieselungsanlage eingerichtet, die nicht nur die Verpestung des Wassers des Abführungsbaches behob, sondern auch einen beträchtlichen Mehrertrag der berieselten Felder herbeiführte.

Klärbehälter. Das Wasser wird in offenen Rinnen von der Brauerei abgeführt. Durch Reibung und Luft wird ein Teil der suspendierten Bestandteile zum Absetzen gebracht. Nun sind einige Klärbehälter angebracht, welche die Abwasser langsam durchfließen, um schließlich in einen in der Nähe befindlichen Bach oder Fluß zu gelangen. In diesen Behältern setzt sich der Schlamm ab, und es ist darauf zu achten, daß beim Einlauf des Wassers in diese die Schlammasse nicht

aufgerührt wird. Meistens gibt man in die Klärbehälter chemische Präparate, hauptsächlich Kalk, um ein rascheres, besseres Klären des Wassers zu erzielen. Der abgesetzte Schlamm wird als Dünger verwendet.

Belohubek gibt eine Methode an, die darin besteht: Die in einem Sammelbehälter längere Zeit der Ruhe überlassenen Abwasser werden in einem zweiten Behälter mit Magnesiumsulfat und Kalk gefällt. Nach dem Absetzen des Niederschlages wird das Wasser mittels eines Koks- oder Kieselfilters filtriert. Hernach wird das klare Wasser zum Zwecke der Oxydation der organischen Substanz auf ein hochgelegenes Reservoir gepumpt und entweder durch ein System von verzinnten Eisendrahtnetzen oder über ein Gradierwerk geleitet. Das unten in einem Behälter gesammelte Wasser verläßt nach Passieren einer Koksfiltervorrichtung ganz klar die Anlage.

Verfahren von Zajicek. Das Abwasser wird in einen Klärbehälter geleitet und durchfließt eine Reihe siebartiger, immer enger werdender Geflechte. Aus dem Behälter gelangt es zuerst auf eine etwa 25 Liter fassende Schüssel, die, sobald sie voll ist, umkippt und sich entleert. Dieses Kippen bewirkt einen selbsttätigen Zusatz des Fällungsmittels, das in pulverisiertem Zustande in einem gewissen Quantum zugegeben wird. Nach eingetretener Klärung erfolgt das Absaugen durch eine selbsttätige Hebervorrichtung. Das Wasser geht nun durch eine Filteranlage, die eingesetzte, mit Filtermaterial, wie Torf, Kies usw. gefüllte Körbe aus Drahtgeflecht enthält. Diese Filtration bezweckt Oxydation der gelösten Bestandteile, Bindung der Fäulnisprodukte und die noch etwa erforderliche und endgültige Klärung des Wassers. Die Herstellungs- und Betriebskosten einer derartigen Anlage sollen durch den Wert des aus der Schlammgrube gewonnenen Düngers aufgewogen werden.

Chemische Reinigung. Von den vielen organischen und anorganischen Präparaten, die zur Reinigung der Brauereiabwasser empfohlen sind, sei nur der Kalk erwähnt, der entweder für sich allein oder in Beimengungen von

Eisen- und Tonerdesalzen als Fällungsmittel Verwendung findet. Gegen die Benutzung von Kalk sind verschiedene Stimmen laut geworden. Schwackhöfer fand die Wirkung des Kalkes nicht durchgreifend genug. Degener weist darauf hin, daß mit Kalk gereinigte Wasser, die stark alkalisch reagieren, der Fischbrut sehr gefährlich sind. Er schlägt Magnesiahydrat vor im status nascens. Magnesiumsalze werden im Wasser suspendiert und durch stärkere Basen zersetzt, so daß Magnesiahydrat entsteht.

2. Gerste.

Zur Malzbereitung bzw. Bierfabrikation werden von den verschiedenen Getreidarten nur Gerste und Weizen verwendet, und von diesen beiden wiederum zur Erzeugung von untergärigem sog. Braunbier fast ausschließlich Gerste.

Die Gerste ist eine Schalfrucht, mit der im reifen Zustand die beiden Spelzen verwachsen sind.

Unter den Spelzen folgen Frucht- und Samenschale und darauf Reste des Samenknospenkernes und Embryosackes, die ihrerseits den Kern, den eigentlichen Samen, aus Keim (Embryo) und Mehlkörper (Endosperm) bestehend, umschließen.

Der Keimling besteht aus Anlagen von Halm, Blättern und Wurzeln, dem Schildchen und der Wurzelhülle. (Abb. 4—6)

Von den verschiedenen Gerstensorten kommt hauptsächlich die zweizeilige Gerste, Hordeum distichum (nutans und erectum) in Betracht (Abb. 7). Vier- und sechszeilige Gerste finden nur ausnahmsweise Verwendung (Abb. 8 und 9).

Die am meisten geschätzten Brauergersten sind die Chevaliergerste, die Saal-, Franken-, Schwabengerste (Rieser), die niederbayrische, mährische, böhmische und ungarische Gerste.

Bestimmung der Gerstensorten nach A. Atterberg. Bei den sechszeiligen Gersten hat das mittlere Korn gerade, gleichseitige Form. Die beiden Seitenkörner sind aber etwas gebogen und stark um ihre Achse gedreht, das eine Korn nach rechts (rechte Körner), das andere nach links (linke Körner).

Durch das Vorkommen dieser gedrehten Körner läßt sich die Gegenwart sechszeiliger Gerste leicht erkennen. Die Mittelkörner der sechszeiligen Gersten sind von den Körnern der zweizeiligen in der Form nicht so scharf getrennt. Hat man aber an einer Gerste die Seitenkörner der sechszeiligen Gerste aufgefunden, so lassen sich auch die Mittelkörner nachweisen. Diese haben gewöhnlich mehr gerade Seiten und nehmen oft eine etwas keilförmige Gestalt an. Die erhöhten Längsnerven sind meist schärfer ausgeprägt als bei der zweizeiligen Gerste. Die Kräuselung der Spelzen ist deutlich verschieden von der Kräuselung der Körner der zweizeiligen Gerste. Neergard hat gezeigt, daß von den Längsnerven der Außenspelzen das erste Seitenpaar an der Spitze meist mit einigen kleinen, nur mit der Lupe sichtbaren Zähnen versehen ist, was bei der zweizeiligen Gerste sehr selten vorkommt. Die zweizeiligen Gersten kann man nach der Form der Körnerbasis in zwei Abteilungen trennen. Bei der einen hat die Körnerbasis eine tiefe Querfurche und der Körnerrand bildet außerhalb dieser Furche einen etwas erhöhten Wulst. Bei der anderen Abteilung fehlt die Querfurche, und die Körnerbasis zeigt nur eine kleine Abstutzfläche. Dieser Unterschied ist ganz scharf und leicht zu erkennen. Für die erste Abteilung ist die der botanischen Art Hordeum distichum erectum angehörige Imperialgerste der Haupttypus. Die andere Form der Körnerbasis besitzen die der Art Hordeum distichum nutans zugehörigen Gerstenformen.

Ferner läßt sich Hordeum distichum nutans in zwei Gruppen einteilen, in die Gruppe der Chevaliergersten und in die der Landgersten, die sich durch die in der tiefen Längsfurche des Kornes befindlichen Basalborsten unterscheiden. Diese Basalborste ist bei den Landgersten mit langen Haaren versehen. Bei den Chevaliergersten sind dagegen die Haare kurz und mit dem unbewaffneten Auge kaum bemerkbar. Die Haare geben der Borste ein etwas zottiges Aussehen. Die Basalborste geht beim Dreschen leicht verloren. Um auch in diesem Falle die Landgerste von Chevaliergerste unterscheiden

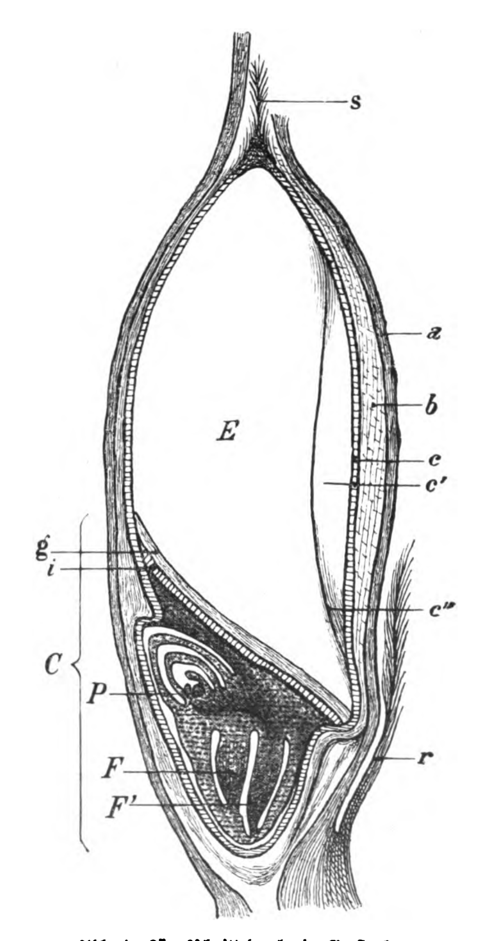


Abb. 4. Längsschnitt durch ein Gerstenkorn.

(Die Abbildungen 4 bis 6 sind mehr oder weniger schematisiert.)

a Spelz, der aus vier Schichten besteht, die nicht weiter bezeichnet sind, b Frucht-, c Samenhaut, c' Fortsatz der Samenhaut an der hintern Fläche des Endosperms, c'' Faserstränge, die von der Samenhaut abzweigen, um diese Scheidewand c'

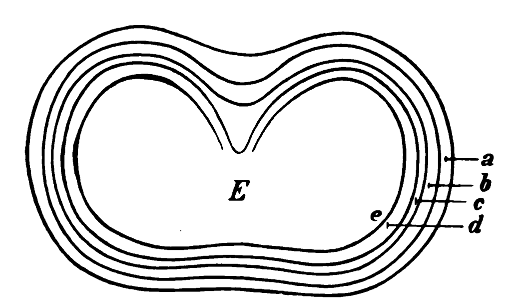


Abb. 5. Querschnitt eines Gerstenkornes.

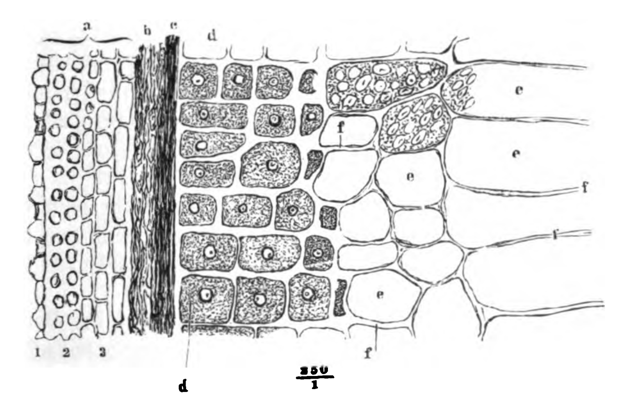


Abb. 6. Querschnitt durch den Mehlkörper.

zu bilden, d Schichte der Kleberzellen, e stärkeführende Endospermzellen, g Faserlamelle und i Zylinderepithel des Keimlings, r Basalborste, S Griffelpolster, C Keimling, E Endosperm, P Plumula des Keimlings, F erste und F′ zweite Wurzel des Keimlings, jede mit Wurzelhaube.

zu können, nimmt man die an der Körnerbasis unter den Spelzen verborgenen Schüppchen zur Hilfe, die bei den Landgersten etwas länger behaart sind als bei den Chevaliergersten.

Bei den sechszeiligen Gersten ist ganz dieselbe Einteilung zu machen, die für die zweizeiligen Gersten angeführt wurde.

Tiefe Querfurche bei der Körnerbasis findet man bei Formen des Hordeum hexastichum, der wirklichen sechszeiligen Gerste. Ohne Querfurche ist die sog. vierzeilige Gerste; sie kann nach der verschiedenen Behaarung der Basalborsten in zwei scharf getrennte Arten eingeteilt werden.

Außer Atterberger und Neergard haben sich in neuerer Zeit auch verschiedene Autoren, besonders Brolli, mit der Frage der Unterschiede der Körner der verschiedenen Sortengruppen der zweizeiligen Gerste beschäftigt. (Das Gerstenkorn im Bilde, Stuttgart 1908.)

Der Wert der einzelnen Gerstensorten ist bedingt durch die Bodenbeschaffenheit, das Klima, die Kulturweise, besonders aber auch durch die Witterungsverhältnisse während der Reifezeit. Gerade die Witterungsverhältnisse spielen eine bedeutende Rolle. Es kommt ja vor, daß bei günstiger Witterung gereifte und geerntete Gerste von weniger guter Beschaffenheit die Qualität einer sehr guten Gerste, die aber durch die Witterung gelitten hat, übertrifft.

Bei der Auswahl und dem Einkauf der Gerste muß der Brauer die größte Aufmerksamkeit verwenden, denn von der Beschaffenheit der Gerste ist in erster Linie das Resultat der Malz- und Bierfabrikation abhängig.

Gerade für die Beurteilnng und Wertschätzung der Gerste sind eine große Menge untrüglicher Untersuchungsmethoden vorhanden. Eine eingehende genaue Ermittelung der chemischen, physikalischen und physiologischen Eigenschaften einer Gerste muß ihren wahren Wert als Brauergerste ergeben. Ist es auch dem Brauer nicht möglich, von jeder Sorte eine vollständige Prüfung und Untersuchung nach der vorerwähnten Richtung vorzunehmen oder vornehmen zu lassen, ist er meist auf die Beurteilung der äußeren physikalischen Eigenschaften der Gerste, auf das Resultat eines Keimversuchs im kleinen einzig und allein angewiesen, so wird eine solche Prüfung, falls sie mit einer entsprechenden Sachkenntnis ausgeführt wird, in sehr vielen Fällen vollauf genügen, da erfahrungsgemäß zwischen den äußeren Eigenschaften und der

chemischen Zusammensetzung einer Gerstensorte gewisse Beziehungen bestehen, die einen richtigen Schluß auf den Brauwert der Gerste zulassen.

Folgende äußere Merkmale einer Gerste finden bei der Feststellung des Brauwertes Berücksichtigung:



Abb. 7 Zweizeilige Gerste (Hordeum distichum *L.*) a Ährenquerschnitt, vb verkümmerte Ährchen, b Ährchen.

Abb. 8 Vierzeilige, kleine Gerste (Hordeum vulgare *L.*) a Ährenquerschnitt.

1. Größe und Form der Körner. Gute Brauergerste soll aus gleichmäßig großen, dickbauchigen Körnern bestehen. Eine gleichmäßige Größe der Körner ist deshalb von Bedeutung, weil davon der gleichmäßige Verlauf des Weich- und Keimprozesses wesentlich abhängig sein wird, mithin die Qualität des fertigen Malzes bedingt ist. Gerste mit großen Körnern und dickbauchiger Form wird solcher mit flachen Körnern vorgezogen, weil man von der allgemein richtigen Ansicht ausgeht, daß in den allermeisten Fällen jene Gerste in der Gewichtseinheit, dem Hektolitergewicht, mehr nutzbare Stoffe enthält.

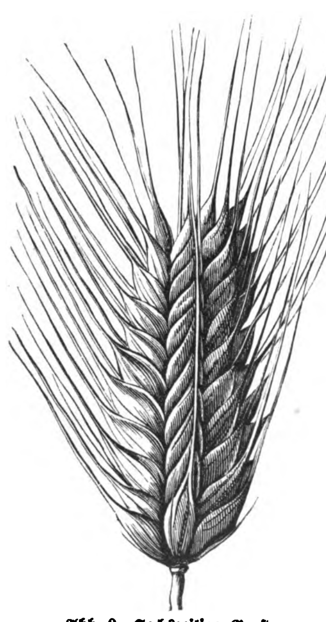


Abb. 9. Sechszeilige Gerste (Hordeum hexastichum *L.*).

Bezüglich der Form und Größe der Körner sowie auch ihrer Schwere möge in Kürze erwähnt sein, daß man nicht immer, und dies mit Recht, die ganz großen, dickbauchigen, schweren Gersten bevorzugt, und zwar deshalb, weil sie einerseits nicht selten schwieriger aufgelöst werden, andererseits der höhere Ankaufspreis mit der Ergiebigkeit häufig nicht gleichen Schritt hält.

2. Hektolitergewicht. Schwere Gerste, d. h. Gerste mit hohem Hektolitergewicht, wird bevorzugt und gilt für besonders wertvoll. Man geht dabei von der Annahme aus, daß schwerere Gerste reicher an nutzbaren Bestandteilen, vor

allem Stärke, ist und mithin ein Malz liefert, aus dem eine größere Extraktausbeute zu erwarten ist. Im allgemeinen stimmt diese Annahme mit den Erfahrungen und Resultaten eingehender Untersuchungen überein, doch wird das Volumgewicht auch vielfach überschätzt. Es kommt vor, daß Malz aus Gerste von geringerem Volumgewicht erzeugt, mehr Extrakt liefert gegenüber Malz aus sehr schwerer Gerste. Über diesen Punkt kann nur ein Mälzungsversuch und die Ermittelung der Extraktausbeute des resultierenden fertigen Darrmalzes ein maßgebendes Urteil ergeben. Gewiß ist es nicht vorteilhaft, eine Gerste von sehr geringem Volumgewicht zu vermälzen, jedoch ist es auch nicht immer rationell, nur die schwersten Sorten zu verarbeiten. Die Faktoren, die ein höheres Gewicht bedingen, müssen nicht den Brauwert einer Gerste günstig beeinflussen. Das Hektolitergewicht von Brauergerste bewegt sich zwischen 60 bis 72 kg.

Leichte Gerste	60—62 kg
Mittlere Gerste	63—67 „
Schwere Gerste	68—72 „

3. Farbe der Gerste. Gleichmäßig lichte, strohgelbe Farbe deutet in der Regel darauf, daß die Gerste gut ausgereift hat, daß sie mehlig ist, daß sie weder auf dem Felde noch auch beim Aufbewahren durch Feuchtigkeit Schaden gelitten hat. Gerste, deren Farbe nicht entspricht, muß jedoch deswegen nicht immer einen geringeren Brauwert haben. Die nicht zusagende Farbe ist oftmals nur ein Schönheitsfehler. Sie kann durch Feuchtigkeit, Beregnetwerden und durch Pilzvegetationen bedingt sein, ohne daß aber dadurch deren Verwendung zu Mälzungszwecken ausgeschlossen wäre. Freilich wird es sich empfehlen, bei mißfarbiger Gerste, Gerste mit braunen oder schwarzen Spelzen, durch einen Keimversuch den Nachweis zu liefern, ob solche Gerste überhaupt noch einen keimfähigen Embryo besitzt und jene Manipulationen zu gebrauchen, wodurch die Keimungsenergie und Keimkraft wesentlich erhöht wird. Man weiß seit geraumer Zeit, daß durch vorsichtiges Trocknen frischer oder mehr oder weniger feucht gewordener

Gerste bei niedrigen Temperaturen, etwa 40 bis 42° C die Keimkraft sich bessert, indem jene Veränderungen im Mehlkörper, die sog. Nachreife, die erst bei längerer, guter Lagerung einer Gerste eintreten, in solchen Fällen beschleunigt werden.

Reichardt (Chemiker-Zeitung, Jahrg. 1897, Nr. 4) ist durch eingehende Versuche mit einer Gerste, die stark beregnet wurde, mit Pilzschleim versehen war und daher ein sehr mißfarbiges Aussehen hatte, zur Überzeugung gekommen, daß solche Gerste nicht geringer in ihrem Brauwert sein muß als schönfarbige, indem sich deren Keimkraft ganz wesentlich erhöhen läßt. Nachdem durch einen Versuch die Gesundheit und die Keimfähigkeit der betreffenden Gerste konstatiert war, wurde ein Lüftungs- und ein mechanisches Reinigungsverfahren vorgenommen, um der Befürchtung der Schimmelbildung auf der Tenne zu begegnen. Das Resultat war äußerst zufriedenstellend; 98% der Körner keimten, und der Haufen zeigte einen gesunden, guten Geruch. Besitzt mißfarbige Gerste eine geringe Keimfähigkeit, so ist sie selbstverständlich zu Mälzungszwecken nicht mehr zu verwenden.

Die unschöne Farbe einer Gerste sucht man, wohl nur selten, durch Schwefeln zu verbessern, wodurch auch der dumpfige, schimmelige Geruch verschwindet. Wenn daher die Farbe einer Gerste entspricht, diese aber ein ungünstiges Resultat beim Keimversuch zeigt, so dürfte es sich empfehlen, die Prüfung auf Schwefelung in der Weise auszuführen, wie dies bei Hopfen angegeben ist (s. Hopfen).

4. Geruch. Der Geruch einer Gerste soll frisch, strohartig sein, nicht dumpfig, schimmelig, moderig. Schlechter Geruch hat meist mangelhafte Keimung und starke Schimmelbildung auf der Tenne zur Folge. Zeigt eine Gerste einen dumpfen Geruch, so soll man sie täglich fleißig umschaufeln. Füllt man ein Glas etwa zur Hälfte mit Gerste an, hält es ein bis zwei Stunden verschlossen, während welcher Zeit die Gerste einigemale durchgeschüttelt wird, oder hält eine Portion in der geschlossenen Hand und haucht die Gerste kräftig an, so wird sich der charakteristische Geruch einer Gerste besser ermitteln lassen.

5. Reinheit. Die Gerste soll möglich frei sein von Verunreinigungen jeglicher Art, von Staub, fremdem Samen, halben oder verletzten Körnern. Gerade letztgenannte Schädigung der Gerste kommt beim Dreschen und bei Verwendung mancher Putz- und Sortiermaschinen nicht selten vor. Dadurch wird aber der Wert einer Gerste stark beeinflußt, es machen sich Störungen im Weich- und Keimprozeß bemerkbar, die so bedeutend sein können, daß die betreffende Gerste zur Vermälzung unbrauchbar ist.

6. Beschaffenheit des Mehlkörpers. Der Querschnitt der Gerste zeigt entweder ein weißes, mehliges, leicht zerreibliches, oder ein mehr oder weniger graues, hartes, horniges, speckiges Aussehen. Mehlige Gersten werden besonders geschätzt, weil man von der Ansicht ausgeht, daß solche Gersten ein Malz von besserer Auflösung geben, stärkemehlreicher, proteinärmer sind. In der Regel trifft dies wohl zu, doch läßt sich aus der Beschaffenheit des Mehlkörpers nicht ein allgemein gültiger Schluß auf die chemische Zusammensetzung der Gerste ziehen, wie auch minder gute Auflösung bei glasiger Gerste nicht immer vorzukommen pflegt. Die Verschiedenheit in dem Aussehen des Mehlkörpers ist abhängig von der stofflichen Einlagerung des Zellinhaltes und dieses wieder bedingt durch die Bodenverhältnisse, Klima, Kulturweise und Witterung. Nicht jede glasige Gerste muß eine schlechte Brauergerste sein, obwohl es immer empfehlenswert sein wird, bei Verwendung von solcher Gerste die größte Vorsicht walten zu lassen. Glasige Gersten, die nach der Weiche und darauffolgendem Trocknen an der Luft mehlig werden, liefern gewiß ein gut aufgelöstes Malz. Man bezeichnet dies als gutartige Glasigkeit, zum Gegensatz von Gerste, die diese Umwandlung nicht erleidet.

Man kann zur Beurteilung der Gerste nach dieser Hinsicht verschiedene Verfahren anwenden:

Entweder weicht man sie 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur ein und läßt sie dann bei Zimmertemperatur drei Tage lang trocknen, um darauf die Gerste durch Vornahme der Schnittprobe weiter zu prüfen (um das Resultat rascher zu

erfahren, kann man die geweichte Gerste auch in einen Trockenschrank (Ulsch) bringen, den man dann langsam hinaufheizt), oder man weicht nach Prior die Gerste im Vakuum und trocknet im Vakuum bei Zimmertemperatur, oder man kocht nach Jalowetz die Gerste eine halbe Stunde lang in Formalin und führt dann nach dem Erkalten und nach dem sie gewaschen ist, eine Schnittprobe aus.

Ausgesprochen mehlige Gerste wird sich kaum oder nur in äußerst seltenen Fällen finden, immer wird eine größere oder geringere Anzahl halbmehliger oder halbglasiger und ganzglasiger Körner vorhanden sein. Gleichmäßige Beschaffenheit des Mehlkörpers, wenn auch glasig, dürfte in dieser Beziehung vorteilhafter sein. Zur Ermittelung der Beschaffenheit des Mehlkörpers existieren eine größere Anzahl von Apparaten, die auf verschiedenem Wege zum Ziele führen. Von den sog. Gersten-Schneideapparaten von Printz, Grobecker, Heinsdorf, Pohl, die Querschnitte liefern, während der Apparat von Kickelhayn Längsschnitte ergibt, sei nur der von Pohl in Kürze erwähnt.

Dieser Apparat ist als eine Verbesserung der Getreideprüfer von Grobecker und Heinsdorf anzusehen. Er besteht aus einem schaufelförmigen Körper (Abb. 10), dessen Boden a mit 50 entsprechend geformten, reihenweise angebrachten Öffnungen zur Aufnahme der zu prüfenden Gerste bzw. des Malzes versehen ist und in dessen Rand b sich der Deckel e einlegen läßt. Unter dem Rande b und dem Boden a befindet sich das bewegliche Messer c und unter diesem läßt sich in zwei seitlichen Falzen die schwarze Auswechselungsplatte d, deren abgeschrägte Seite nach dem Rande b gerichtet ist, einschieben. Diese Platte d besitzt wie der Boden a ebenfalls 50 Öffnungen, die zur Aufnahme der durchschnittenen Körner dienen. Die Auswechselungsplatte wird nach dem Durchschneiden der Körner herausgenommen, und die mehligen, halbglasigen Körner werden abgezählt und in Prozenten berechnet. Um eine richtige Durchschnittsprobe von der Beschaffenheit des Mehlkörpers zu erhalten, empfiehlt es sich, mehrere Schnittproben zu machen. Die Abb. 10 veranschaulicht zugleich die Art der Einschüttung

der Körner, nachdem sowohl Deckel e wie Messer c offen eingestellt und Platte d eingeschoben wurde.

Von den optischen Apparaten, Diaphanoskope genannt, deren Konstruktion auf der Eigenschaft beruht, daß mehlige Gerste keine Lichtstrahlen durchlassen, während dies bei glasigen der Fall ist, seien erwähnt die Apparate von Neergard, Eckert, Ashton und Vogel. Der Appart von Ashton dürfte sich deshalb am meisten empfehlen, weil bei dessen Anwendung Tageslicht benützt und er bequem in die Tasche gesteckt werden kann. Diese Apparate sind namentlich gut für die Erkennung der Auflösung beim Malze. — Konstruktion und Handhabung des Diaphanoskops ist aus Abb. 11 ersichtlich. Es besteht dieses aus einer kurzen Röhre, die eine Lupe trägt und am anderen Ende eine gelochte Gummiplatte, in deren Öffnungen die Gersten- oder Malzkörner eingeschüttelt werden.

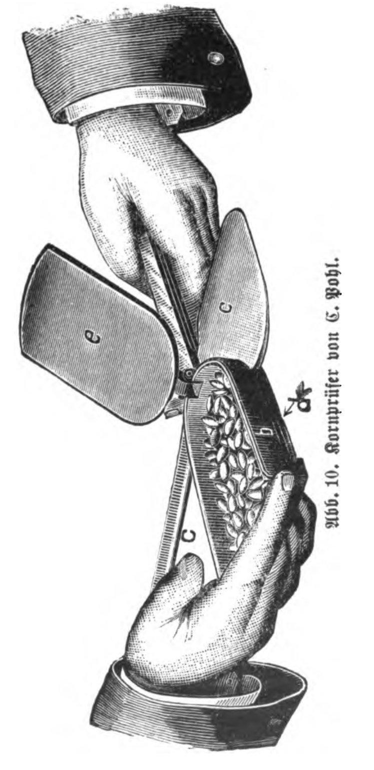


Abb. 10. Kornprüfer von C. Pohl.

7. Keimfähigkeit. Es ist schon einigemale darauf hingewiesen worden, daß die Keimfähigkeit ein sehr wichtiges, ja das wichtigste Kriterium für die Brauchbarkeit einer Gerste ist. Von einer guten Gerste muß verlangt werden, daß von 100 Körnern mindestens 96 bei gewöhnlicher Zimmertem-

peratur keimen; die Keimfähigkeit einer guten Gerste darf mithin nicht unter 96% betragen. Mit der hohen Keimfähigkeit einer Gerste soll auch die hohe Keimungsenergie zusammenfallen, d. h. innerhalb einer bestimmten Zeit, etwa 72 bis 96 Stunden, sollen alle keimfähigen Körner zur Keimung gelangt sein. Je mehr dies der Fall ist, auf desto gleichmäßigeren Verlauf des Keimprozesses auf der Tenne usw. ist zu rechnen. Es ist bereits gesagt worden, welche Faktoren auf die Keimfähigkeit und Keimungsenergie hemmend wirken könnten, und es muß daher bei Ermittelung dieser Eigenschaften entsprechende Rücksicht geübt werden, d.h. dafür gesorgt werden, daß das Untersuchungsresultat einen zuverlässigen Aufschluß über die wahre Keimfähigkeit und Keimungsenergie der betreffenden Gerste gibt.

Zur Ermittelung der Keimkraft und Keimungsenergie können sog. Keimapparate, deren es viele Konstruktionen gibt, benutzt werden. Am einfachsten und sicherlich zweckmäßigsten führt man die Keimprobe in der Weise aus, daß man mindestens 500 Körner sechs Stunden in Brunnenwasser von gewöhnlicher Temperatur weicht. Hierauf gießt man das Wasser ab, bringt die geweichte Gerste, gut ausgebreitet, zwischen Lösch- oder Filtrierpapier, legt sie zwischen zwei Glasplatten und bewahrt sie in einem mäßig temperierten Zimmer auf. Bei Ausführung einer größeren Anzahl von Keimversuchen empfiehlt sich die Verwendung eines von Aubry konstruierten Keimkastens.

Dieser Keimkasten ist fast würfelförmig (etwa 21,5 cm tief und hoch 24 cm breit) und trägt an der Vorder- und Hinterseite Schubfenster, die in seitlich angebrachten Falzen sich einschieben lassen. Der Kasten ist aus Weißblech, wie auch die Rahmen für die Schubfenster, und innen und außen lackiert. Am Boden und an der Decke sind einige kleine Öffnungen für den Luftzutritt, deren Anzahl aber nicht zu groß sein darf, damit die Austrocknung der Keimunterlagen möglichst vermieden werde. Innen trägt der Kasten an den beiden Seiten in Abständen von einem Zentimeter je 20 übereinanderstehende horizontale Leisten, die den Glastafeln beiderseits als Auflage dienen. Es können demnach 20 Glastafeln von etwa 19×23 cm

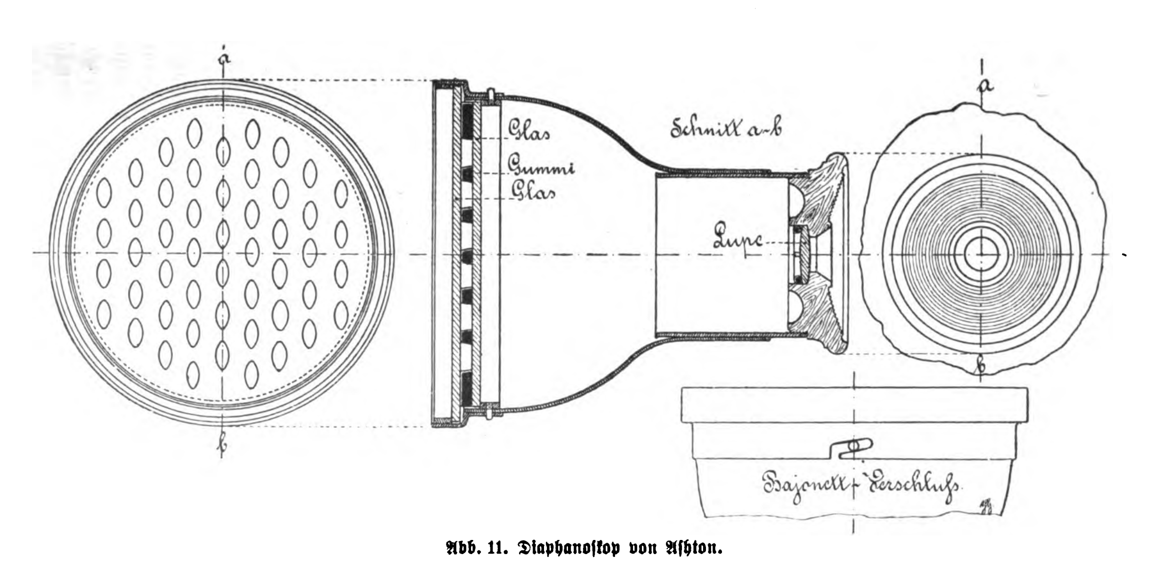


Abb. 11. Diaphanoskop von Ashton.

Oberfläche übereinander eingeschoben werden, und der von einer Tafel zur anderen bleibende Zwischenraum ist für die Luftzirkulation vollkommen genügend.

Nach 48 bis 72 Stunden werden die gekeimten Körner abgezählt und ihre Anzahl, in Prozenten gerechnet, ergibt die Keimungsenergie der Gerste. Die nicht gekeimten Körner verbleiben im Keimbett, und es werden täglich die nachgekeimten Körner abgezählt. Nach sechs Tagen ist der Keimversuch als beendigt zu betrachten; die sämtlichen gekeimten Körner werden zusammengezählt und die Keimfähigkeit der Gerste dadurch zum Ausdruck gebracht, daß man angibt, wie viel von 100 Körnern innerhalb dieser Zeit gekeimt haben. Bei dieser Art der Keimprobe wird die Gleichmäßigkeit des Wachstums überhaupt, sowie die Ausbildung der Wurzelkeime, wie andererseits das Auftreten der Schimmelbildung wesentlich zur richtigen Bewertung einer Gerste beitragen, namentlich wenn man das Lösch- oder Filtrierpapier vor der Verwendung einige Zeit bei etwa 100°C trocknet (sterilisiert). Bemerkt sei, daß das Papier, wenn notwendig, von Zeit zu Zeit befeuchtet werden muß. Starkes Feuchthalten des Keimbettes ist zu vermeiden.

Die Prüfung der Keimfähigkeit von Zollgersten ist von Amts wegen im Keimapparat von Schönfeld vorzunehmen.

Der Apparat besteht aus vier etwa 8 cm weiten Glastrichtern, die in einem Stativ sternförmig befestigt sind. Im oberen Teil des Trichterhalses befindet sich ein mit verbreitertem Ende versehenes Glasstäbchen, damit keine Körner durchfallen können. Am unteren Teil des Trichterhalses ist ein kurzer Gummischlauch angebracht, der durch eine Messingklemme abgeschlossen werden kann, um ein Abfließen von Wasser zu verhindern.

Man bringt in den Trichter 500 Körner der Durchschnittsprobe und dann soviel Wasser von Zimmertemperatur, daß die Körner davon bedeckt werden. Nach vier Stunden läßt man das Wasser abfließen, worauf man die Körner 15 bis 18 Stunden bei offenem Schlauch ohne Wasser stehen läßt. Zur

Vermeidung des Austrocknens deckt man den Trichter mit einer gutschließenden Glasschale zu, auf deren Boden man befeuchtetes Filtrierpapier, das ständig naß zu halten ist, gebracht hat.

Man setzt neuerdings den Trichterinhalt unter Wasser und läßt ihn bei Gersten, die bereits spitzen, kurze Zeit, bei solchen, wo dies noch nicht der Fall ist, vier Stunden damit in Berührung. Dann bedeckt man wieder mit der Schale; das Filtrierpapier muß auch jetzt dauernd feucht erhalten werden.

Nach 48 Stunden, vom Einbringen der Körner in die Trichter gerechnet, schüttelt man gut durch, um die unteren Körner mit den etwas weniger feuchten oberen zu vermischen.

Am vierten Tage, also nach 72 Stunden, zählt man die gekeimten Körner und ermittelt so die Keimungsenergie.

Der Prozentgehalt der nach fünf Tagen (120 Stunden) gekeimten Körner ergibt die Keimfähigkeit.

Um für die Beurteilung verschiedener Gersten einwandfreie Vergleichswerte zu erhalten, werden in den letzten Jahren die wichtigsten Eigenschaften einer Gerste, wie Eiweißgehalt, Form, Farbe, Gleichmäßigkeit, Schwere des Korns usw. mit Punkten bewertet, deren Summe die Bonität der Gerste ergibt. Da man sich bis jetzt auf ein bestimmtes Bonitierungssystem nicht geeinigt hat, bei den verschiedenen Systemen aber den einzelnen Eigenschaften der Gerste ein verschieden hoher Wert zuerteilt wird, so können die gewonnenen Resultate nur bei Benützung ein und desselben Bonitierungssystems eine Bedeutung haben.

Es werden unterschieden:

Bayrisches-, Berliner-, Wiener System und System Haase. Hinsichtlich der Ausführung der einzelnen Systeme muß auf spezielle Werke über brautechnische Untersuchungsmethoden hingewiesen werden. Dies sei auch der Fall betreffs Extraktbestimmung der Gerste, die jetzt große Verbreitung gefunden hat. Es sind eine größere Anzahl von Methoden bekannt, die darauf beruhen, die Gerstenstärke, nach vorherigem Verkleistern oder Aufschließen unter schwachem Druck, durch Malzauszug bzw. Diastase zu verzuckern.

Chemische Bestandteile der Gerste: 1. Wasser, 2. Zellulose, 3. Stärke, 4. Zucker, 5. Sonstige stickstofffreie organische Substanzen, 6. Stickstoffhaltige Körper, 7. Fette, 8. Mineralstoffe, Aschenbestandteile.

Wasser. Der Wassergehalt einer Gerste beträgt im Durchschnitt etwa 14%. Selbstverständlich kann der Wassergehalt bedeutend schwanken. Er ist ja bedingt durch das Reifestadium und durch die Witterungsverhältnisse bei der Ernte, ganz besonders aber auch durch die Art der Aufbewahrung der Gerste. Der Wassergehalt beeinflußt das Volumgewicht, und vom finanziellen Standpunkte aus ist es sicherlich nicht gleichgültig, ob für das wertlose Wasser derselbe Preis bezahlt wird, wie für nutzbare Bestandteile einer Gerste. Es ist aber weiter zu bedenken, daß in einer Gerste mit hohem oder ungleich verteiltem Wassergehalt schädliche Veränderungen bewirkt werden, die sich in der Weiche und auf der Tenne fühlbar machen. Durch Anfühlen läßt sich einigermaßen der Grad von Feuchtigkeit abschätzen. Der Praktiker sagt, trockene Gerste soll wie Sand über die Hand laufen, sich härter und wärmer anfühlen als feuchte und beim Durchbeißen oder Durchschneiden soll sich erstere mehr hart, letztere mehr zähe zeigen.

Um den Wassergehalt einer Gerste rasch zu ermitteln, werden etwa 10 g Gerstenschrot in einem Nickelschiffchen, dessen Gewicht vorher festgestellt wurde, bei einer Temperatur von etwa 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Bei Verwendung des Ulsch'schen Trockenschrankes werden zum vollständigen Verjagen des Wassers 2 bis 2½ Stunden genügen.

Beispiel:

Trockenschiffchen mit Gerstenschrot . .	27,397 g
Gewicht des Trockenschiffchens	18,645 g
Gewicht des Gerstenschrotes	8,752 g
Nach dem Trocknen:	
Trockenschiffchen mit Inhalt	26,162 g
Trockenschiffchen	18,645 g
mithin das getrocknete Gerstenschrot .	7,517 g

8,752 g Gerste haben 8,752 — 7,517 = 1,235 g Wasser.

Der Wassergehalt der Gerste in Prozenten ist demnach:

$$8{,}752 : 1{,}235 = 100 : x$$

$$x = \frac{1{,}235 \cdot 100}{8{,}752} = 14{,}11\,\%.$$

100 Gewichtsteile der Gerste enthalten:

Wasser . . . . 14,11 %
Trockensubstanz . . . . . . 85,89 %

Zellulose. Der Gehalt der Gerste an Zellulose beträgt 3 bis 10 %. Sie findet sich hauptsächlich, und zwar in mehr verholztem Zustande in der äußeren Umhüllung des Gerstenkornes, in den Spelzen, ferner mehr oder weniger rein in den Wandungen der Endospermzellen. Die Zellulose ist für den Brauer gewissermaßen wertlos, und da sie in so verschiedenen Mengen vorzukommen pflegt, wird man zelluloseärmere, dünnhülsige Gerste der dickhülsigen vorziehen, zumal auch die Erfahrung gezeigt hat, daß jene sich leichter und gleichmäßiger vermälzen läßt und bei gleichem Gewichte der Maßeinheit reicher an nutzbaren Substanzen ist.

Die Menge der Spelzen läßt sich in der Weise bestimmen, daß man nach Luff (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1898, Seite 485) 50 abgewogene Körner mit 10 ccm 5prozentigem Ammoniak in einem gutverschlossenen Fläschchen 1 Stunde lang im Wasserbad auf 80° erhitzt. Man zieht darauf von den Körnern die Spelzen ab, was sehr leicht geht, trocknet sie bei 100°, wägt sie und addiert zu dem ermittelten Wert noch $^1/_{12}$ desselben, zum Ausgleich für die durch die Ammoniakbehandlung verursachten Verluste. Die Berechnung erfolgt auf wasserfreie Gerste.

Stärke. Der wichtigste und wertvollste Bestandteil der Gerste ist für den Brauer die Stärke. Gerste (wasserfrei) enthält 58 bis 65 % Stärke. Gerstenstärke zeigt teils eine linsenförmige, teils eine kugelige Gestalt.

Die Stärke ist kein einfacher, völlig gleichartiger Körper, sondern besteht nach Nägeli aus mindestens zwei Stoffen, die

sich beim Kochen mit Wasser, durch ihr Verhalten gegen verdünnte Säuren und Enzyme sowie gegen wässerige Jodlösung unterscheiden. Die eine Substanz, die vorwiegend vorhanden ist, wird Stärkegranulose, die andere Stärkezellulose genannt. Granulose wird durch Jodlösung blau, die Zellulose rot.

Nach den französischen Forschern Maquenne und Roux besteht die Stärke aus zwei verschiedenen Bestandteilen: der Amylose und dem Amylopektin. Jene geht beim Verzuckerungsprozeß durch Diastase vollständig in Maltose über, während Amylopektin in Amylopektindextrin, nicht in Maltose abgebaut werden kann.

Stärke besitzt 80 % Amylose und 20 % Amylopektin. Die Amylose liefert mit Jodlösung intensive Blaufärbung, während Amylopektin damit nicht gefärbt wird.

Die Kleisterbildung der Stärke erfolgt dadurch, daß Amylose gelöst wird, Amylopektin, das Prinzip der Kleisterbildung, aber die Verdickung hervorruft (Wochenschr. f. Brauerei 1906, Nr. 46, 47).

Diese Ansicht ist nach Lintner unzutreffend; denn es gelingt auf keine Weise eine Trennung des Stärkekleisters in Amylose und Amylopektin herbeizuführen. Überschichtet man beispielsweise 20prozentigen Stärkekleister mit Wasser, so findet keine irgendwie nennenswerte Diffusion statt, was doch sicher der Fall sein müßte, wenn die Amylose in vollkommener Lösung vorhanden wäre (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1909)

Nach den Ansichten Fernbachs ist die Existenz von Amylopektin nicht aufrecht zu erhalten. Nach Jouard ist die Stärke von einheitlicher chemischer Zusammensetzung, und nur ihre physikalischen Modifikationen sind je nach der Natur des Umgebenden verschieden (Wochenschr. f. Brauerei 1908, S. 867).

Die Stärke ist in kaltem wie lauwarmem Wasser vollständig unlöslich. Ihr Verhalten gegen Wasser in der Wärme ist für das Verständnis des Maischprozesses von großer Wichtigkeit, weshalb es gleich hier besprochen werden soll.

Bringt man geringe Mengen Stärke in verhältnismäßig viel Wasser von gewöhnlicher Temperatur (etwa $^1/_2$ g Stärke auf 200 ccm Wasser) und steigert die Temperatur allmählich, so findet man, wenn man von Zeit zu Zeit diese Stärke unter dem Mikroskop betrachtet, daß sie ihre Größe und Form bis zu einer Temperatur von 50 ° C unverändert beibehält. Von 50 ° C angefangen, nimmt ihr Volumen durch Wasseraufnahme zu, sie quillt auf. Bei 70 ° C bemerkt man bereits zahlreiche Risse und bei 80 bis 85 ° C ist die Stärkegranulose in die Flüssigkeit ausgetreten. Während vorher die Flüssigkeit durch wässerige Jodlösung sich nicht färbt, tritt jetzt Blaufärbung ein. Wird die Flüssigkeit gekocht und dann abgekühlt, so setzt sich ein weißer Niederschlag ab, der mit Jodlösung blaßrote Färbung annimmt, während die filtrierte Flüssigkeit damit intensive Blaufärbung zeigt. Der Niederschlag besteht aus Stärkezellulose, die im Wasser suspendierte Substanz aus Stärkegranulose.

Die zu diesen Reaktionen zu benutzende Jodlösung bereitet man sich nach Märker in der Weise, daß man 2 g Jodkalium in einem Liter Wasser auflöst und hierauf 2 g reines Jod zugibt.

Wird der vorhin angegebene Versuch wiederholt, jedoch in einem anderen Verhältnis von Stärke und Wasser (etwa 2 g Stärke auf 200 ccm Wasser), so wird man bis zu einer Temperatur von 70 ° C die gleichen Eigenschaften beobachten können. Über 70 ° C fängt die Flüssigkeit an ihre leicht bewegliche Beschaffenheit allmählich zu verlieren und es tritt bei 80 ° C eine vollständige Verkleisterung ein.

Die Temperatur, bei der Verkleisterung eintritt, ist bei den einzelnen Stärkesorten verschieden.

Verhalten der Stärke zu Säuren. Läßt man verdünnte Säuren, besonders Salzsäure längere Zeit bei gewöhnlicher Temperatur auf Stärke einwirken, so wird sie allmählich in die in heißem Wasser lösliche Modifikation übergeführt. Es beruht darauf die von Lintner angegebene Methode zur Herstellung von löslicher Stärke. Auch durch Erhitzen von Stärke

mit Wasser unter Hochdruck (3,5 Atm.) wird lösliche Stärke erhalten, von welcher Eigenschaft der Stärke bei deren quantitativen Bestimmung und bei der Aufschließung stärkemehlhaltiger Substanzen in der Spiritusfabrikation, bei dem sog. Hochdruckverfahren, Anwendung gemacht wird.

Bei Einwirkung von verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure in der Wärme wird die Stärke zunächst in die lösliche Modifikation, dann in Dextrin und Zucker und allmählich bei genügend langer Einwirkung der Säure vollständig in Zucker und zwar Stärkezucker, Glukose, Dextrose verwandelt.

Diese verschiedenen Umwandlungsprodukte lassen sich durch ihre charakteristischen Färbungen mit Jodlösung nachweisen.

In den einzelnen Stadien der Einwirkung von Säure auf Stärke wird eine Probe der Flüssigkeit verschiedene Farbe zeigen, blau, violett, rot, gelbbraun; letzteres Farbe der verwendeten Jodlösung. Bei Auftreten von Blaufärbung ist hauptsächlich lösliche Stärke vorhanden, bei Violettfärbung Amylodextrin, bei Rotfärbung Erythrodextrin. Ist nur mehr die Färbung der Jodlösung zu beobachten, so kann neben dem vorhandenen Zucker, der auch schon in geringer Menge neben diesen Zwischenprodukten sich bildet, Achroodextrin sich vorfinden, das aber weiter in Stärkezucker übergeführt wird.

Verhalten der Stärke gegen Diastase. Von größter Wichtigkeit für den Brauprozeß ist das Resultat der Einwirkung eines Enzymes, das bei der Malzbereitung erzeugt wird, der Diastase, auf die Stärke. Der Vorgang wird als der Abbau der Stärke bezeichnet. Bei dieser Einwirkung findet Wasseraufnahme statt, es spielt sich ein sog. hydrolytischer Prozeß ab. Das Endprodukt dieses Prozesses ist Maltose, eine Zuckerart, die schon im Jahre 1849 von Dubrunfaut als in der Würze und Bier hauptsächlich vorhanden angenommen wurde. Doch erst seit dem Jahre 1872, zu welcher Zeit durch die Versuche von O'Sullivan und C. Schultze die Annahme Dubrunfauts Bestätigung gefunden hat, erst seit dieser Zeit gilt allgemein als feststehend, daß Stärke durch

Einwirkung von Diastase nur bis zu Maltose abgebaut wird, nicht bis zu Dextrose, wie man früher glaubte, bis zu jenem Zucker, der, wie vorher angeführt, bei der Einwirkung von verdünnten Säuren in der Wärme als Endprodukt der Umwandlung der Stärke gebildet wird.

Bei gewöhnlicher Temperatur findet durch Diastase auf manche Stärke (Kartoffelstärke) keine, auf andere (Getreidestärke) nur eine geringe, langsame Einwirkung statt. Lösliche Stärke oder verkleisterte Stärke hingegen wird schon bei gewöhnlicher Temperatur angegriffen und allmählich vollständig umgeändert. Mit Steigerung der Temperatur bis zu einer gewissen Grenze (etwa 70 °C) wird der Abbau der Stärke wesentlich beschleunigt. Auch bei dieser Umwandlung der Stärke durch Diastase treten ähnliche Zwischenprodukte auf, wie solche bei der Einwirkung von verdünnten Säuren angeführt worden sind.

Als günstige Temperatur für die Einwirkung der Diastase, um aus Stärke möglichst viel Maltose zu erhalten, gibt Lintner jun. 55 bis 63 °C an.

Über den Abbau der Stärke durch Diastase, diastatischen Prozeß, sind eine große Anzahl von eingehenden Versuchen in den verschiedenen chemischen Journalen und Fachzeitschriften veröffentlicht worden. Eine ausführliche Besprechung dieser Studien findet sich in dem vorzüglichen Werke von Moritz und Morris, Handbuch der Brauwissenschaft, ins Deutsche übertragen von W. Windisch.

Wie schon erwähnt, ist das Endprodukt bei der Einwirkung der Diastase auf Stärke Maltose. Beim Maischprozeß reicht die Zeit und auch die Menge der wirksam bleibenden Diastase nicht hin, um alle Stärke in Zucker zu verwandeln. Es ist auch dies nicht im Interesse des Brauers gelegen. In der Würze müssen neben Zucker auch Dextrine vorhanden sein. Auf das Verhältnis von Zucker zu Dextrin, wie auch auf den rascheren Verlauf des ganzen Verzuckerungsprozesses, Abbau der Stärke, übt einen ganz hervorragenden Einfluß, wie durch die Versuche von O'Sullivan und Schultze

bestätigt wurde, die Temperatur aus. Zwischen Temperaturen von 55 bis 63° C wird die Stärke mehr zugunsten von Zucker umgeändert, d. h. es bildet sich mehr Zucker, weniger Dextrin; bei höheren Temperaturen, bis zu 70° C, mehr zugunsten von Dextrin. Temperaturen über 70° C bis zur Zerstörung der Diastase, etwa 80 bis 84° C, bewirken die Bildung von wenig Zucker und viel Dextrin. Dabei ist zu beobachten, daß, je näher die Temperatur bei 80° C liegt, desto rascher die Verflüssigung der Stärke vor sich geht, bei 80° C, falls genügende Mengen Diastase vorhanden sind, momentan, während bei 55 bis 63° C die Umbildung der Stärke sehr langsam verläuft.

Herzfeld führt an, daß die Stärke durch Diastase in lösliche Stärke, Erythrodextrin, Achroodextrin, Maltodextrin und Maltose verwandelt wird. — Brown und Morris, die, wie früher Musculus und Gruber, Brown und Heron, zur Überzeugung gekommen waren, daß aus Stärke durch Diastase zu gleicher Zeit Dextrin und Maltose entsteht entgegen der früheren allgemeinen Annahme, daß die Stärke zunächst in die lösliche Modifikation, diese in die verschiedenen Dextrine und dann durch Wasseraufnahme schließlich in Maltose umgewandelt wird, nahmen auf Grund ihrer Studien die Existenz von Maltodextrin an, betrachten es aber nicht als Enddextrin wie Herzfeld, sondern weisen ihm die Stelle vor dem Achroodextrin an. Sie gründen die sog. Maltodextrintheorie darauf. Als Beweis, daß Maltodextrin kein Gemenge von Maltose und Dextrin ist, führen sie folgende Punkte an:

a) Ein Gemenge von Maltose und Dextrin von gleichem Dreh- und Rotationsvermögen wie Maltodextrin ist durch einfache Behandlung mit Alkohol in seine Bestandteile zu zerlegen. — Maltodextrin ist auf keine Weise durch Alkohol zerlegbar, sondern wird gelöst und gefällt als einheitliche Substanz.

b) In einem Gemenge von Maltose und Dextrin kann man mittels obergärigem Saccharomyces cerevisiae die Maltose vergären, während das Dextrin unverändert bleibt. — Maltodextrin, in derselben Weise behandelt, ist gänzlich unvergärbar.

c) Wenn ein Gemenge von Maltose und Dextrin mit Malzauszug bei 50 bis 60° C behandelt wird, so bleibt stets ein Dextrin übrig. — Maltodextrin, in gleicher Weise behandelt mit Malzauszug, wird vollständig in Maltose übergeführt.

Spätere Studien dieser beiden Forscher über den Abbau der Stärke durch Diastase veranlaßten sie, genannte Theorie zu modifizieren, und führten sie zur Aufstellung der Amyloïntheorie.

Sie nahmen an, daß das Stärkemolekül aus fünf Atomgruppen bestehe, die sie als Amyline bezeichnen. Vier dieser Amyline werden bei Einwirkung von Diastase durch Wasseraufnahme in eine Reihe von Zwischenprodukten von Dextrin und Maltose umgewandelt, welche Amyloine genannt werden. Die fünfte Gruppe, der sog. Kern, um den die vier anderen gruppiert sind, widersteht der Einwirkung der Diastase und bildet das bleibende Dextrin.

Als wesentliche Eigenschaften dieser Amyloine werden angeführt:

1. Bei der Analyse ergeben sie Zahlen, die auf ein Gemenge von Maltose und Dextrin passen.

2. Sie können durch keine bekannten Hilfsmittel in Maltose und Dextrin zerlegt werden, sie sind daher wirkliche chemische Verbindungen.

3. Sie werden durch Malzauszug oder Diastase vollständig in Maltose übergeführt.

4. Sie vergären nicht in der Hauptgärung.

Lintner hat im Jahre 1891 als Bestandteil der Würze und des Bieres sowie unter den Umwandlungsprodukten der Stärke durch Diastase einen Körper gefunden, der in allen Eigenschaften und Reaktionen mit der von E. Fischer synthetisch und später von Scheibler und Mittelmeier im käuflichen Stärkezucker aufgefundenen Isomaltose übereinstimmt. Lintner und Düll kamen auf Grund sehr eingehender Studien und experimenteller Versuche zu dem Resultate, daß durch Einwirkung von Diastase auf Stärke Amylo-, Erythro- und Achroodextrin I und II, Isomaltose und Maltose gebildet werden.

Diese von Lintner aufgestellte Theorie stieß bald bei einigen Forschern, Scheibler, Mittelmeier, Brown und Morris, auf Widerspruch, während von anderen die Existenz der Isomaltose als Abbauprodukt der Stärke durch Diastase anerkannt wurde. Ja nach Arm. Baus Untersuchung sollen zwei verschiedene Isomeren von Isomaltose auftreten, die auch von anderer Seite anerkannt wurden, als Isomaltose α und Isomaltose β bezeichnet.

H. Ost veröffentlichte in der Chemiker-Zeitung Jahrg. 1895 in sehr ausführlicher Weise seine seit längerer Zeit gemachten Studien über die Hydrolyse von Stärke durch Diastase und Säuren und kommt in Übereinstimmung mit den Untersuchungsresultaten von Chr. Ulrich zu dem Schlusse, daß die Isomaltose von Lintner und Düll nicht existiert, diese vielmehr unreine Maltose ist, ferner, daß die von den englischen Forschern aufgestellte Maltodextrin- und Amylointheorie nicht aufrecht zu halten ist. Auch Prior führt Beweise für die Nichtexistenz der Isomaltose an und hält diese für ein Gemisch von Achroodextrin III und Maltose.

Lintner läßt nun seine Isomaltose fallen.

Nach dem jetzigen Stande der wissenschaftlichen Forschung ist anzunehmen, daß beim Maischprozeß durch Einwirkung von Diastase die Stärke abgebaut wird in drei Achroodextrine und in Maltose. Eine vollständige Überführung der Stärke in Maltose ist, wie schon bemerkt, ausgeschlossen. Was das Mengenverhältnis der Abbauprodukte betrifft, so ist dies, abgesehen vom Malztypus, abhängig von der Menge der einwirkenden Diastase, ferner von Temperatur und Einwirkungsdauer. Dazu sei bemerkt, daß das Mengenverhältnis der Abbauprodukte Maltose und Achroodextrin auch beeinflußt wird durch den Feinheitsgrad des Malzschrotes, und ferner durch das Maischverfahren. Selbst unter den günstigsten Verhältnissen werden nur 80 % der Stärke in Maltose, der übrige Teil in Achroodextrine übergeführt. In der Praxis wird die Maltosemenge selten mehr als 75 % betragen, kann aber bis zu 65 % und darunter fallen. Als Optimustemperatur, d. h. als jene Temperatur, bei der unter sonst

gleichen Bedingungen die meiste Maltose gebildet wird, gilt 55 bis 63 °C wie oben bemerkt. Höhere Temperaturen, etwa 75 bis 80 °C bewirken eine raschere Verflüssigung oder einen schnelleren Abbau der Stärke, die Würzen fallen aber dextrinreicher und zuckerärmer aus. Der Unterschied in dem Verhältnis von Maltose zu Achroodextrin wird desto größer sein, je länger die genannten Temperaturen eingehalten werden.

Zucker. Nach den neuesten Untersuchungsergebnissen ist Rohrzucker, Saccharose, die einzige in der Gerste vorgebildete Zuckerart. Dieser Zucker ist im Pflanzenreiche sehr verbreitet. Seinen Namen hat er davon, weil er ursprünglich aus dem Zuckerrohr gewonnen wurde. Heutzutage wird vielfach die Zuckerrübe zur Herstellung verwendet.

Rohrzucker kristallisiert in wasserfreien, farblosen Kristallen. Er ist in Wasser sehr leicht, in absolutem Alkohol schwer löslich. Je verdünnter der Alkohol, desto leichter geht die Lösung vor sich. Mit den alkalischen Erden gibt er Verbindungen, Saccharate genannt, die durch Kohlensäure in Zucker und die betreffenden kohlensauren Salze zerlegt werden. Durch Einwirkung von verdünnten Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure) wird er unter Aufnahme von Wasser in Dextrose und Lävulose gespalten (Invertzucker). Mit Hefe ist er nicht direkt vergärbar, sondern wird zunächst durch das in der Hefe vorhandene Ferment Invertin in Invertzucker übergeführt. Konzentrierte Schwefelsäure schwärzt, zerstört Saccharose sofort, während Alkalien ohne Wirkung auf ihn sind. Sog. Fehlingsche Lösung wie auch das Barfödsche Reagenz werden durch Rohrzucker nicht reduziert, jene bei langem Kochen nur allmählich und unvollständig. Mit Phenylhydrazin gibt er kein Glukosazon. Im trocknen, reinen Zustande erhitzt, verändert sich Rohrzucker bis zu 100 °C nicht. Bei 160 °C schmilzt er, und wird die Temperatur weiter gesteigert, so tritt allmählich Bräunung ein, es bildet sich Karamel und Assamar.

Wässerige Zuckerlösungen haben ein höheres spezifisches Gewicht als Wasser; darauf gründet sich die Konstruktion und Verwendung der Saccharometer.

Das Ballingsche Saccharometer, das hauptsächlich in der Brauerei benützt wird, gibt nicht das spezifische Gewicht einer Zuckerlösung, sondern den Prozentgehalt an und wird, zum Gegensatz vom spezifischen Gewichtsaräometer, Prozentaräometer genannt.

Das Ballingsche Saccharometer wurde ursprünglich zur Ermittelung des Rohrzuckers in derartigen Lösungen angefertigt, doch wird es, wie erwähnt, vielfach in der Brauerei zur Ermittelung des Extraktgehaltes in Würze und Bier verwendet, ausgehend von der Überzeugung, daß die Extraktbestandteile in Würze und Bier fast das gleiche spezifische Gewicht haben wie Rohrzucker.

Die Genauigkeit der Aräometerangabe ist aber wesentlich von der Temperatur der betreffenden Flüssigkeit abhängig, und es ist daher darauf zu achten, daß bei Benutzung der Aräometer die Flüssigkeit jene Temperatur (Normaltemperatur) besitzt, bei der die Instrumente geeicht worden sind oder es muß eine Korrektur eintreten. Die meisten Aräometer, so auch das Saccharometer von Balling, haben am Senkkörper ein Thermometer, so daß die Temperatur der zu prüfenden Flüssigkeit gleichzeitig mit der weiteren Angabe abgelesen werden kann. Zudem ist an der Thermometerskala die vorzunehmende Korrektur für die Abweichungen von der Normaltemperatur angegeben. Immerhin ist aber zu empfehlen, das Saccharometer in Flüssigkeit einzusenken, die nicht bedeutende Abweichungen von der Normaltemperatur (Saccharometer von Balling 17,5° C) zeigt, oder ev. eine entsprechende Erwärmung oder Abkühlung der Flüssigkeit vorzunehmen.

Bei dem Gebrauche des Saccharometers muß vor allem darauf geachtet werden, daß es in der zu prüfenden Flüssigkeit frei schwimmt und daß das Ablesen der Saccharometeranzeige in einer bestimmten, einzig richtigen Weise geschieht. Die Flüssigkeit zieht sich an der Spindel infolge von Adhäsion mehr oder weniger hoch hinauf. Dieser oberste Punkt der Flüssigkeit wird nicht berücksichtigt, sondern man bringt das Auge etwas unter den Flüssigkeitsspiegel und liest jenen Teil=

strich an der Spindel ab, wo die Flüssigkeitsoberfläche direkt die Skala des Saccharometers schneidet.

Saccharose dreht das polarisierte Licht stark nach rechts. Auf das Verhalten von Zucker gegen polarisiertes Licht gründet sich die optische Saccharometrie, die in Zuckerfabriken zur quantitativen Bestimmung von Zucker in Zuckerlösung meist zur Anwendung kommt.

Außer Rohrzucker hat O'Sullivan in der Gerste Raffinose nachgewiesen, welche Loiseau im Jahre 1876 in der Rübenzuckermelasse aufgefunden hat. Sie bildet dünne Nadeln, ist in Wasser leicht, in starkem Weingeist schwer löslich. Fehlingsche Lösung wird nicht reduziert. Mit Hefe ist die Raffinose nicht direkt vergärbar, wird aber durch Enzyme in der Hefe nach Arminius Bau in Lävulose und Melibiose gespalten, die beide durch untergärige Hefen vergoren werden, während obergärige Hefe die Melibiose intakt läßt. Brown und Morris fanden, daß die Raffinose bei der Ernährung des Keimlings eine Rolle spielt und im ersten Stadium des Wachstums dem Embryo zur Nahrung dient.

Sonstige stickstofffreie organische Substanzen. O'Sullivan fand in der Gerste und auch im Weizen zwei Körper, α- und β-Amylan genannt, durch Extrahieren der Gerste zuerst mit Alkohol und dann mit Wasser. Die wässrige Lösung wird eingedampft und mit Alkohol gefällt. Kaltes Wasser löst β-Amylan aus dem entstandenen Niederschlag auf, während α-Amylan aus dem Rückstand durch verdünnte Salzsäure extrahiert und gelöst und wiederholte Fällung mit Alkohol gewonnen wird. Beide Amylane besitzen Linksdrehung und werden durch verdünnte Säuren in Dextrose übergeführt.

Weiter gehören hierher das Gerstengummi von Lintner, das Xylan, Holzgummi von Thomson und Tollens, die Pektinstoffe von Ullik.

Stickstoffhaltige Körper, Proteinkörper, Eiweißstoffe. Die Eiweißkörper werden eingeteilt:

1. In eigentliche Eiweißkörper, wobei die in Wasser löslichen und durch Salze nicht ausfällbaren Albumine und

die unlöslichen und durch Salze ausfällbaren Globuline unterschieden werden. Es gehören hierher auch noch die koagulierbaren Eiweißkörper und die sauren und phosphorhaltigen Nukleine.

2. In Umwandlungsprodukte der Eiweißstoffe, nämlich in die durch Säuren entstandenen Acidalbumine und in die durch Laugenbehandlung entstandenen Albuminate.
3. In Proteide, Verbindungen der Eiweißkörper mit anderen organischen Stoffen.
4. In Albuminoide, Bestandteile von Horn, Haut, Fasern des tierischen Körpers.

Nach Ritthausen bestehen die Proteinkörper der Gerste aus Glutenkasein, Glutenfibrin, Mucidin und Albumin. Von diesen sind die beiden ersten im Wasser unlöslich, aber löslich in Weingeist, die beiden letzten schon in Wasser leicht löslich.

Nach Osborne bestehen die Eiweißkörper des Gerstenkorns aus einem Albumin, einem Globulin, einem Protamin und einem vollständig unlöslichen Protein.

Das Albumin der Gerste nennt er Leukosin, das leicht löslich in Wasser und bei 52° C gerinnbar ist;

das Globulin nennt er Edestin. Es ist aus seinen Salzlösungen durch Verdünnung fällbar;

das Protamin nennt er Hordein, das in 75 % Alkohol löslich ist.

Die Gesamtmenge wie die Menge der einzelnen in der Gerste vorkommenden stickstoffhaltigen Substanzen schwankt sehr bedeutend. Durchschnittlich beträgt die Gesamtmenge 7 %.

Den Proteinkörpern der Gerste kommt für die Malz- und Bierfabrikation eine große Bedeutung zu. Aus ihnen werden die beiden so wichtigen Enzyme Peptase und Diastase gebildet; andererseits erleiden sie wesentliche Umänderungen, werden in Albumosen, Peptone, Amide und Amidosäuren gespalten, welche Körper betreffs der Ernährung der Hefe bei der Gärung, der Zusammensetzung, der Vollmundigkeit, Nahrhaftigkeit und Schaumhaltung der Biere eine große Rolle spielen.

Verschiedene Gersten enthalten, wie bereits erwähnt, ver-

schiedene Mengen von Eiweißstoffen. Gerste mit hohem Proteingehalt, über 10,5 %, ist nicht beliebt, weil solche Gerste ärmer an Stärke ist und sich schwieriger vermälzen läßt (hitziges Wachstum), weil die Würzen zu eiweißreich ausfallen, mithin Trübungen und rascheres Verderben des Bieres die Folge sein können. Man kann zwar ohne jegliche Störung auch aus sehr eiweißreicher Gerste ein ganz gutes Bier erzeugen, wenn die einzelnen Operationen der Bierfabrikation richtig geleitet werden, ja man hat es geradezu in der Hand, aus einer Gerste mit hohem Proteingehalt eine stickstoffärmere Würze, aus einer mit geringerem Proteingehalt eine stickstoffreichere Würze zu erzielen. Kürzeres oder längeres Gewächs auf der Tenne und die Führung des Darrprozesses sind in dieser Richtung von Einfluß.

Die Eiweißkörper werden ebenfalls wie andere Reservestoffe der Gerste zur Ernährung des Embryo herangezogen, allein da sie mehr oder weniger in Wasser unlöslich sind, können sie die Zellwandungen nicht durchdringen, müssen deshalb zunächst in leicht lösliche, diffundierbare Substanzen umgeändert werden. Als Umwandlungsprodukte sind anzusehen: Albumosen, Peptone, Amide und Amidosäuren. Sie unterscheiden sich von den löslichen Eiweißkörpern dadurch, daß sie beim Kochen nicht gerinnen.

1. Albumosen zeichnen sich als kolloidale Körper beim Schütteln mit Wasser durch starke, lange Zeit bleibende Schaumbildung aus und tragen daher zur Schaumhaltung und Vollmundigkeit des Bieres in außerordentlicher Weise bei. Sie lassen sich durch Zinksulfat aus ihren Lösungen ausscheiden. Nach den Angaben von Windisch sind es gerade diese Albumosen, die die Vollmundigkeit und Schaumhaltung der Biere hauptsächlich bedingen. Windisch schlägt auf Grund seiner Beobachtung und Erfahrung ein neues Maischverfahren vor, das außer anderen bedeutenden Vorteilen auf eine reichliche Bildung von Albumosen abzielen soll (s. Maischverfahren).

Man weiß zwar, daß durch die Art der Führung des Haufens auf der Tenne die Albumosebildung beeinflußt werden kann. Kurzgewachsenes Malz muß mehr Albumosen

enthalten als langgewachsenes; der Abbau der Proteinkörper ist bei jenem weniger weit vorgeschritten. Allein es wäre ganz und gar verfehlt, wollte man den Keimprozeß in der Weise führen, daß möglichst viel Albumosen auftreten. Auflösung und Bildung von Diastase sind die zwei Hauptpunkte, die beim Mälzungsprozeß im Auge behalten werden müssen. Gute Auflösung und reichliche Mengen von Diastase werden in der Regel aber nur erzielt durch kräftigere, stärkere Entwickelung der Keime.

2. Peptone, werden durch Zinksulfat nicht gefällt und sind weniger von Bedeutung weil sie sehr rasch in die letzten Umwandlungsprodukte, in die
3. Amide und
4. Amidosäuren übergeführt werden.

Diese spielen als Bestandteil der Würze bei der Ernährung der Hefe während der Gärung eine wichtige Rolle. Amide leiten sich ab aus dem Ammoniak, in dem ein oder mehrere Wasserstoffatome durch Säureradikale ersetzt sind.

Amidosäuren entstehen beim Kochen der Amide mit Salzsäure, wobei Ammoniak in Form von Chlorammonium abgespalten wird.

Von den Amiden sind hier zu erwähnen das Asparagin und Glutamin. Asparagin ist zuerst im Spargel entdeckt worden; es entsteht, wie bei der Keimung der Samen, so auch bei der Keimung der Gerste. In den Malzkeimen wurde es aufgefunden und nachgewiesen, nicht aber im Malzkorn. Außer Asparagin entsteht auch Glutamin.

Die Amide sind kristallinische Substanzen, leicht löslich in Wasser, Alkohol und Äther, außerordentlich leicht diffusibel.

Von den Amidosäuren, die in der Würze und im Biere als Abbauprodukte der Eiweißkörper vorkommen, sind zu nennen Leucin und Tyrosin. Auch diese Körper sind kristallinisch, leicht löslich und können Membrane sehr leicht durchdringen.

Enzyme. Anschließend an die Besprechung der stickstoffhaltigen Bestandteile des Gerstenkornes und ihrer Umwandlungsprodukte beim Keim-, Darr- und Maischprozeß, den

Albumosen, Peptonen, Amiden und Amidosäuren, sollen die für die Bierfabrikation wichtigen Enzyme Erwähnung finden. Der ganze Brauprozeß ist ja eigentlich ein enzymatischer Prozeß.

Diese Enzyme sind auch stickstoffhaltige Substanzen, stehen den Eiweißkörpern nahe und entstehen jedenfalls aus diesen durch einen bis jetzt noch unbekannten Prozeß.

Es ist schon einmal gesagt worden, daß ein Hauptgrund der Malzbereitung die Erzeugung des Enzyms Diastase ist. Den in der Gerste und in Malz sich vorfindenden Enzymen kommt eine hochwichtige Bedeutung zu, wie ja ebenfalls schon bemerkt wurde.

Es ist bis jetzt nicht gelungen, auch nur eines der Enzyme in völlig reinem Zustande darzustellen. Als allgemeine Eigenschaften können angeführt werden: Kleine Mengen eines Enzyms vermögen große Mengen des betreffenden Körpers, auf den sie einwirken, zu verändern, zu spalten, ohne daß das Enzym in seiner Leistungsfähigkeit geschwächt wird. Die Wirkung der Enzyme äußert sich nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen. Es ist ein Temperatur-Minimum-Optimum und -Maximum zu unterscheiden. Über das Temperaturmaximum, das bei Lösungen immer unter 100° C liegt, verlieren sie ihre Wirkung und werden zerstört. Im trockenen Zustande können sie bis auf 100° C erhitzt werden, ohne Veränderung zu erleiden. Alle Enzyme sind in Wasser löslich. Durch Alkohol werden sie gefällt, einige erleiden dabei keine Zersetzung.

Man unterscheidet nach den Körpern, auf die Enzyme einzuwirken vermögen:

1. Enzyme, die Kohlenhydrate umwandeln,
2. Enzyme, die Eiweißkörper verändern,
3. Enzyme, die Glykoside spalten, und
4. Enzyme, die Fett spalten.

Hier kann und soll nur auf jene Enzyme Rücksicht genommen werden, die, wie bemerkt, bei der Bierfabrikation eine Rolle pielen, die mithin in den Rohmaterialien entweder schon vorgebildet sind oder beim Mälzungsprozeß erzeugt werden.

Glykase wurde von Cuisinier ein Enzym genannt, das sich in ungekeimter Gerste und in größerer Menge im Mais vorfindet. Auf gewöhnliche Stärke ist Glykase ohne Wirkung, weil sie Stärke nicht zu verflüssigen, zu lösen vermag. Lösliche Stärke wird aber, doch langsam, in Zucker, Dextrose, umgewandelt. Weit stärker ist dessen Einwirkung auf Dextrine und Maltose, die sehr leicht zu Dextrose abgebaut werden. Cuisinier gab dem gebildeten Zucker den Namen Cerealose, doch ist dieser nach anderen Forschern identisch mit Dextrose. Nach Lintner findet sich Glykase auch im Malze, und er schließt daraus, daß beim Maischprozeß aus Maltose und Dextrin etwas Dextrose entsteht. Gêduld veröffentlichte eine Methode zur Gewinnung der Glykase und führt als Resultate seiner Studien über Glykase an, daß dieses Enzym in nicht gekeimten Getreidekörnern, in Gerste ebenfalls, in zwei Modifikationen, in Wasser löslichem und unlöslichem Zustande vorkommt, daß es Stärke nicht zu lösen vermag und lösliche Stärke nur sehr schwach angereift, hingegen aber Maltose und auch Dextrin sehr leicht in Dextrose umwandelt. Als Temperatur-Optimum für die Wirkung der Glykase wird 50 bis 60° C angegeben. Von Brown wird das Vorkommen der Glykase in Gerste bestritten, und auch nach Beyerink enthält die Gerste keine Glykase.

Hefeglykase (Hefemaltase). Lintner machte darauf aufmerksam, daß sich in der Hefe ein Enzym findet, das die Eigenschaft besitzt, Isomaltose und Maltose noch weiter zu Dextrose zu spalten, und wies nach, daß dieses Enzym mit dem Invertin (Invertase) der Hefe nicht indentisch ist. E. Fischer wählte hierfür die Bezeichnung Hefeglykase (Hefemaltase). E. Bourquelot nimmt an, daß die Maltose nicht direkt vergärbar sei, sondern Gärung erst eintritt, sobald dieser Zucker durch Hydrolyse in Dextrose übergeführt ist.

Mit Cytase bezeichnen Brown und Morris ein Enzym, das während des Keimprozesses wie die Diastase von dem Epithelium abgesondert wird. Die Wirkung dieses Enzymes besteht in der Lösung der Zellwände im Gerstenendosperme,

wodurch der Mehlkörper die bekannte leichte Zerreiblichkeit bekommt, die als Auflösung bezeichnet wird. Es dürfte sich dabei ein hydrolytischer Prozeß abspielen, wobei die Zellhäute in ein lösliches Kohlenhydrat umgewandelt werden, das vom wachsenden Embryo leicht aufgenommen werden kann. Die für die Wirkung der Cytase günstige Temperatur ist 40 bis 45° C. Bis jetzt ist dieses Enzym im reinen Zustande noch nicht dargestellt worden. Cytase wird bei 50° C schon wesentlich geschwächt, bei 60° C gänzlich zerstört. Das ist auch der Grund, daß sie im Grün- und Schwelkmalz leicht aufgefunden werden kann, im fertigen Darrmalz nicht oder nur in ganz geringen Mengen anzutreffen ist. Morris macht darauf aufmerksam, daß er in Würze und Bier ein Kohlenhydrat aufgefunden habe, das auf Fehlingsche Lösung reduzierend wirkt, bei der Gärung aber nicht in Alkohol und Kohlensäure gespalten wird. Dieser Körper sei ein Produkt der Keimung und wahrscheinlich das Umwandlungsprodukt der Zellwände der stärkeführenden Zellen, die während der Keimung unter dem Einfluß der Cytase verschwinden. Auf Grund der Arbeiten von Reinitzer und Grüß über Cytase dürfte vorstehendes nicht aufrecht zu halten sein.

Diastase ist das für die Brauerei und Brennerei wichtigste Enzym. Sie vermag die Stärke zu lösen und in Dextrin und Maltose umzuwandeln. Die Diastase wird während der Keimung der Gerste gebildet und es ist, wie schon früher bemerkt, die Erzeugung von Diastase ein Hauptgrund der Malzbereitung. Sie entsteht beim Keimprozeß aus den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Gerstenkornes, ist als deren Zerfallprodukt anzusehen und wird im Embryo selbst gebildet, weil die dem Embryo zunächst liegenden Schichten des Endosperms zuerst angegriffen werden. Man findet auch in der Nähe des Keimlings eine größere Anhäufung der Diastase, während in dem oberen Teil des Kornes bedeutend weniger anzutreffen ist..

Nach den Versuchen von Brown und Morris sind auf Grund ihrer Wirkung zwei diastatische Enzyme zu unter-

scheiden. Das eine, das im Zellplasma entsteht und auf gewöhnliche Stärke nicht zu wirken vermag, wie die in der Gerste schon vorhandene Cytase, wird von den erwähnten englischen Forschern Translokationsdiastase genannt, während das andere, das im Aufsaugeepithel durch eine sezernierende Tätigkeit der Zellen gebildet wird, als Sekretionsdiastase bezeichnet wurde. Diese vermag Stärke zu lösen und zu verzuckern.

Schon aus dieser kurzen Bemerkung ist zu ersehen, daß die Sekretionsdiastase von größter Bedeutung für den Maischprozeß ist. Sie ist auch kurzweg unter der Bezeichnung Diastase zu verstehen.

Lintner gibt zur Darstellung von Diastase folgende Methode an: Ein Teil Grün- oder Luftmalz wird mit zwei bis vier Teilen 20prozentigem Alkohol mindestens 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur extrahiert. Der filtrierte Auszug wird mit dem doppelten, höchstens $2^1/_2$ fachen Volumen absolutem Alkohol versetzt. Es entsteht ein Niederschlag, der sich in gelblich weißen Flocken rasch abscheidet. Man bringt den Niederschlag nach Abgießen der überstehenden Flüssigkeit auf ein Filter und saugt den Alkohol ab. Hierauf wird der Filterinhalt in einer Reibschale mit absolutem Alkohol verrieben, filtriert und der Niederschlag auf dem Filter mit absolutem Alkohol ausgewaschen. Sodann wird diese Manipulation unter Anwendung von Äther statt absoluten Alkohols wiederholt und nach Entfernung des Äthers der Niederschlag im Vakuum getrocknet. Man erhält auf diese Weise ein lockeres, gelblich weißes Pulver von kräftig wirkender Diastase, sog. Rohdiastase. Durch Wiederholung einer Auflösung dieser so gewonnenen Diastase in verdünntem und Fällen mit absolutem Alkohol usw. läßt sich das Ferment von stickstofffreien Bestandteilen vollständig reinigen, so daß es weder direkt, noch auch nach der Behandlung mit Salzsäure auf Fehlingsche Lösung reduzierend wirkt. Am schwierigsten ist die Befreiung der Diastase von den Aschenbestandteilen, den anorganischen Salzen. Doch gelang es durch Dialyse

den Aschengehalt von 16 % des frischgefällten Präparates bis auf 5 % zu vermindern.

Die Elementaranalyse eines sehr reinen Diastasepräparates, das gleichzeitig das höchst erreichbare Fermentativvermögen besaß, ergab:

	Lintner	Szilágyi
Kohlenstoff . . .	46,66	46,80
Wasserstoff . . .	7,35	7,44
Stickstoff	10,42	9,98
Sauerstoff	34,45	34,64
Schwefel	1,12	1,14

Die Asche der Diastase besteht nach Lintner lediglich aus neutralem Kalziumphosphat, nach Zulkowsky aus Kalium-Kalzium- und Magnesiumphosphat.

Eigenschaften der Diastase. Die Diastase gibt fast alle Reaktionen der Eiweißkörper mit Ausnahme der Biuretreaktion. (Die Biuretreaktion besteht darin, daß man auf den betr. Körper, in Wasser gelöst, ein bis zwei Tropfen Natronlauge und ebensoviel Kupfersulfatlösung einwirken läßt. Es muß dann Purpurrotfärbung eintreten.) Dagegen zeigt sie eine Reaktion, die sonst bei keinem Proteinkörper beobachtet wurde, nämlich Blaufärbung mit Quajaktinktur und Wasserstoffsuperoxyd. Die geringsten Mengen von Diastase lassen sich dadurch nachweisen.

Man verwendet zur Ausführung dieser Reaktion nach Lintner eine frisch bereitete Lösung des Quajakharzes, der man einige Tropfen Wasserstoffsuperoxyd zusetzt. Entsteht hierdurch eine Trübung, so fügt man so viel Alkohol zu, bis diese aufgehoben wird. In der so vorbereiteten Lösung entsteht auf Zusatz einer Diastaselösung (0,1 Diastase in 200 ccm Wasser) stets eine intensive Blaufärbung, und zwar momentan. Charakteristisch ist diese Reaktion auch nur, wenn sie in wenigen Minuten auftritt.

Diastaselösung verliert, wenn sie über 80° C erhitzt oder nur kurze Zeit gekocht oder mit einer Säure, einem Alkali versetzt wird (sehr wenig unschädlich), ihre fermentative Eigen-

schaft. Im trockenen Zustande kann sie auf 100° C und darüber erhitzt werden, ohne daß deren Wirkung vollständig verloren geht; Schwächung tritt wohl ein.

Die wichtigste Eigenschaft der Diastase ist, Stärke in Dextrin und Maltose umzuwandeln.

Die Wirkung der Diastase auf Stärke kann auf verschiedene Weise beeinflußt werden.

Je nach der Temperatur, die angewendet wird, sind die Umwandlungsprodukte der Stärke durch Diastase der Menge und Natur nach verschieden.

Lintner führt 50 bis 55° C als jene Temperatur an, bei der innerhalb der kürzesten Zeit am meisten Maltose und am wenigsten Dextrin entsteht. Oberhalb dieser Temperaturen bis zum Temperaturmaximum 70 bis 75° C wird weniger Maltose doch mehr Dextrin gebildet. Bei 80° C kann die Diastase Stärkekleister noch verflüssigen, die verflüssigte Stärke aber nicht mehr verzuckern.

Je nach der eingehaltenen Temperatur wechselt das Verhältnis zwischen gebildeter Maltose und Dextrin. Bei vorausgegangenem zehn Minuten langem Erwärmen des Malzauszuges ergab die Verzuckerung des Stärkekleisters bei 50° C folgende Werte:

Vorerwärmung bei 63° C	63,0 % Maltose,	37,0 % Dextrin
„ „ 68° C	35,0 % „	65,0 % „
„ „ 70° C	17,4 % „	82,6 % „

Das Optimum liegt also zwischen 54 bis 63° C (nach Kjeldahl). Gleichzeitig vorhandene Stärke hemmt die Schädigung der Diastase durch Wärme, so daß in der Praxis die Maischen bei 63 bis 70° C noch glatt verzuckert werden.

Interessant sind die Versuche von Lintner über den Einfluß der Wärme auf gelöste Diastase. Gleiche Mengen Diastaselösungen wurden bei 55° C verschiedene Zeit hindurch erhitzt und dann die Menge der Diastase ermittelt, die notwendig ist, um die gleiche Verzuckerung zu bewirken. Von der Diastase, die in 60 Minuten auf 55° C erhitzt wurde, war

viermal so viel nötig zu dem gleichen Verzuckerungsresultat als von der unerhitzten Diastase.

Kleine Mengen von Säuren fördern die Wirkung der Diastase, größere Mengen verzögern oder heben sie ganz auf.

Alkalien dürfen als schädlich für die Wirkung der Diastase anzusehen sein, wie auch die Salze der Schwermetalle.

Natriumchlorid, Kochsalz, soll hingegen äußerst günstig wirken und die Menge des gebildeten Zuckers merklich steigern, während kohlensaures Natron, Soda, schon in geringer Menge stark hemmend wirkt.

Bestimmung der diastatischen Kraft eines Malzes nach Lintner. Dieses Verfahren besteht darin, zu bestimmen, wieviel Maltose aus Stärke durch die im Malz vorhandene Diastase gebildet werden kann.

Man stellt sich zuerst aus dem betreffenden Malz einen Auszug her in der Weise, daß man 25 g Schrot in einen halben Liter-Kolben bringt, mit Wasser 6 Stunden digeriert, zur Marke auffüllt, umschüttelt und filtriert. Nun gibt man von diesem Auszug bei Verwendung des Grünmalzes 2 ccm, des hellen 4 ccm und des dunklen 8 ccm zu 100 ccm einer 2prozentigen Stärkelösung, die sich in einem 150 ccm Maßkolben befindet, schüttelt um, läßt genau eine halbe Stunde stehen (bei 20° C), fügt 10 ccm $\frac{n}{10}$ Natriumhydroxyd zu und füllt auf die Marke auf.

Es muß nun vorher die vorhandene Menge der Maltose annähernd ermittelt werden.

Zu diesem Zweck mißt man 5 ccm Fehlingsche Lösung ab, bringt sie in einer Schale zum Kochen und läßt darauf aus einer Bürette die maltosehaltige Lösung langsam unter fortgesetztem Aufkochen fließen, bis die blaue Färbung der kupferhaltigen Lösung verschwunden ist. Den Endpunkt der Reaktion erkennt man mit dem Lingschen Indikator, der hergestellt wird, daß man 1,5 g Rhodanammonium und 1 g Ammoniumferrosulfat auflöst, 2,5 ccm konzentrierte Salzsäure zufügt und auf 10 ccm mit Wasser verdünnt. (Spuren von vor-

handenem Ferrisalz werden durch Zusatz von etwas Zinkstaub zerstört.) Dieser Indikator gibt mit Spuren eines Kupfersalzes eine Rotfärbung.

Auf Grund der Vortitration berechnet man nun, wieviel Maltose in 5 ccm der maltosehaltigen Lösung vorhanden ist. Beispiel: 25 g Wiener Malz wurden mit Wasser digeriert, davon 8 ccm zu 100 ccm 2 prozentiger Stärkelösung gesetzt, eine halbe Stunde bei 20° C stehen gelassen und aufgefüllt.

5 ccm der Fehlingschen Lösung brauchen zur Reduktion 13,8 ccm maltosehaltige Lösung oder 5 ccm der maltosehaltigen Lösung benötigen $\frac{5 \times 5}{13,8} = 1,81$ ccm Fehlingsche Lösung.

Zur ganz genauen Ermittelung werden jetzt nach Reischauer in 6 Reagenzgläser 5 ccm der maltosehaltigen Stärkelösung gegeben und nun ins erste Glas 1,75, ins zweite 1,80, ins dritte 1,85 usw. der Fehlingschen Lösung fließen lassen. Man schüttelt um und setzt sie jetzt 15 Minuten in ein kochendes Wasserbad. Im vierten Röhrchen, also bei 1,85 ccm der Fehlingschen Lösung war nach dem Filtrieren und Zusatz von Essigsäure zum Filtrat mit gelbem Blutlaugensalz kein Kupfer mehr nachweisbar. 1 ccm Fehlingsche Lösung entspricht 0,00723 g Maltose; 1,85 ccm Fehlingsche Lösung entspricht $0,85 \times 0,00723 = 0,013376$ g Maltose. 5 ccm der maltosehaltigen Stärkelösung enthalten also 0,013376 g Maltose oder 150 ccm $30 \times 0,013376 = 0,40128$ g Maltose. Diese Menge stammt aus 8 g Malzauszug. 500 ccm entsprechend 25 g Malzauszug vermögen also $\frac{500}{8} \cdot 0,40128 = 25,080$ und 100 g Malz vermögen aus Stärke $4 \times 25,080 = 100,32$ g Maltose zu bilden.

Die diastatische Kraft des Malzes war also 100,32; sie schwankt bei hellen Malzen zwischen 159 bis 343, bei dunklen zwischen 67,7 bis 92,9, auf Trockensubstanz bezogen.

Ist der Malzauszug sehr reich an Maltose, so muß diese ebenfalls bestimmt und berücksichtigt werden.

Darstellung der Fehlingschen Lösung. 34,64 g reines Kupfersulfat löst man in Wasser auf und verdünnt die Lösung auf 500 ccm. Andererseits werden 175 g Seignettsalz in 500 ccm Natronlauge vom spezifischen Gewicht 1,12 gelöst. Beide Lösungen zu gleichen Teilen miteinander vermischt geben die sog. Fehlingsche Lösung. Es ist zweckmäßig, die beiden Lösungen getrennt aufzubewahren und die Mischung erst beim Gebrauch vorzunehmen.

Invertin (Invertase). Dieses Enzym findet sich in der Bierhefe und besitzt die Fähigkeit, Rohrzucker, Saccharose in Dextrose und Lävulose, Invertzucker, zu spalten. Es findet bei dieser Inversion ein hydrolytischer Prozeß statt; Rohrzucker nimmt Wasser auf und zerfällt dabei in gleiche Teile Dextrose und Lävulose.

Nach A. Mayer stellt man das Invertin aus Preßhefe dar, indem man diese einige Zeit mit wenig Alkohol übergießt und stehen läßt, um die Zellen zu töten. Hierauf wird die Hefe mit Sand gemengt und im Wasser gerieben. Das wässerige Extrakt gibt mit Alkohol versetzt das Invertin als Niederschlag, der nach dem Filtrieren über Schwefelsäure getrocknet wird. Nach O'Sullivan und Tompson enthält Hefe 2 bis 6 % Invertin auf Trockensubstanz berechnet. Sie stellen dieses Enzym in der Weise dar, daß sie abgepreßte Bierhefe bei gewöhnlicher Temperatur ein bis zwei Monate stehen lassen, wodurch sie in eine gelbe Flüssigkeit verwandelt wird, die zwar kein Gärvermögen mehr besitzt, dagegen ein bedeutend erhöhtes Inversionsvermögen. Wird die Flüssigkeit filtriert und das Filtrat mit 47 prozentigem Alkohol versetzt, so fällt die Invertase aus, die nach dem Auswaschen mit gleichprozentigem Alkohol im Vakuum getrocknet wird.

Die Wirksamkeit des Invertins ist von der Temperatur abhängig. Mit der Temperatursteigerung nimmt die Schnelligkeit der Inversion zu bis 55 bis 60° C. Bei 65° C wird das Enzym bedeutend geschwächt und allmählich zerstört; bei 75° C sofort getötet. Alkalien selbst in kleinen Mengen zer-

stören die Wirkung des Invertins, während kleine Mengen Schwefelsäure günstig wirken.

Das Invertin wird bei der Einwirkung auf Rohrzucker weder geschädigt noch zerstört. Dieselbe Menge Invertin vermag eine unbegrenzte Menge Rohrzucker zu invertieren.

Kjeldahl fand als günstigste Temperatur für die Wirksamkeit dieses Enzyms 52 bis 56° C in 20 prozentiger Rohrzuckerlösung. Bei Überschreitung dieses Temperaturoptimums wird die Wirkung geschwächt, bei 70° C geht sie verloren.

Die im vorhergehenden besprochenen Enzyme wirken auf die Kohlehydrate spaltend ein. Es ist zweifellos, daß die Umänderungen, welche die stickstoffhaltigen Bestandteile der Gerste während des Keim-, Darr- und Maischprozesses erleiden, auch auf Enzymwirkung beruhen. Ist es ja längst bekannt, daß bei der Ernährung und Verdauung der Proteinkörper die Enzyme Pepsin und Trypsin eine wichtige Rolle spielen. Auch in den Pflanzen finden sich solche Enzyme, denen die Tätigkeit zukommt, die Eiweißstoffe zu peptonisieren und in leicht diosmierbare Substanzen zu verwandeln.

Die Eiweißkörper der Gerste werden bei den obenangeführten Prozessen in Albumosen, Peptone, Amide und Adimosäuren, wie früher schon besprochen, abgebaut durch ein proteolytisches (eiweißabbauend) Enzym, das sich im Malze vorfindet. Es wurde dieses Enzym von Grießmayer Peptase genannt.

Das Vorhandensein dieses Enzyms wurde zuerst bezweifelt; Windisch und Schellhorn haben es aber mit Sicherheit nachgewiesen. (Wochenschr. f. Brauerei, 1900, Seite 451.)

Lintner (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1902, Seite 365) gibt eine Methode an zur Darstellung eines stark proteolytisch wirkenden Präparates.

Peptase entsteht erst bei der Keimung der Gerste. Ihre eiweißabbauende Wirkung spielt bei der Keimung der Gerste eine wichtigere Rolle als beim Maischprozeß. Beim Abdarren wird sie nämlich zum Teil zerstört, bei Temperaturen von 70° C vernichtet. Gleichwohl hat Krandauer (Zeitschr. f.

d. ges. Brauwesen 1905, Seite 449) sie noch im bayrischen Darrmalz nachweisen können.

Die ausführlichen und eingehenden Untersuchungen von Weis (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1903, Seite 874), der neben Peptase auch Triptase als proteolytisches Enzym annimmt, haben ergeben, daß der Eiweißabbau nicht nur bis zu Albumosen, sondern selbst bis zu Amidosäuren vor sich geht.

Szymanski ist es gelungen, aus den Eiweißkörpern der Gerste durch Mitwirkung von verdünnter Salzsäure pflanzliches Propepton darzustellen. Es scheint somit in der Gerste ein Enzym zu existieren, das unter Mithilfe einer Säure Eiweißkörper zu peptonisieren vermag.

Fett. Die Gerste enthält etwa 2 bis 3 % Fett. Man gewinnt dieses, wenn Gerstenschrot mit Äther extrahiert und hernach der Äther abdestilliert wird. Es ist eine dünne, gelbgefärbte Flüssigkeit von angenehmem Geruch, nimmt jedoch beim Stehen an der Luft einen widerlichen Geruch an.

Stein fand, daß dem aus Gerste extrahierten Fette derselbe Geruch eigen ist wie dem Gerstenhaufen selbst, während Grün- und Darrmalzfett den charakteristischen Geruch von Grün- oder Darrmalzfett zeigt. Daraus schließt Stein, daß das Gerstenfett während des Keim- und Darrprozesses Veränderungen erleidet, die sich in der Verschiedenheit des Geruches zeigen.

Stellwaag gibt bei seinen Untersuchungen von Gerstenfett folgendes an: Das aus gemahlener Gerste durch Äther erhaltene Fett stellt nach dem Verdunsten des Äthers und Trocknen des Rückstandes zwischen 40 bis 50° C im Vakuum ein gelbliches, braungefärbtes flüssiges Öl dar, aus dem sich nach längerem Stehen ein krystallinisches Fett und bei gewöhnlicher Temperatur flüssiges Öl ausscheidet. Das Fett enthält 13,62 % freie Fettsäure, 77,78 % Neutralfett und ein Phosphorsäure enthaltendes Fett, dessen Menge auf Grund des analytisch ermittelten Phosphorgehaltes auf Lecithin berechnet 4,24 % ergab. Außer den durch Ätzalkali verseifbaren Bestandteilen enthält das Gerstenfett 6,08 %

eines Körpers, der durch Ätzalkali nicht verseifbar ist, der vorherrschend aus Cholesterin besteht.

Die Zusammensetzung des Gerstenfettes ist sonach:

Freie Fettsäuren	13,62 %
Neutralfett	77,78 %
Lecithin	4,24 %
Cholesterin	6,08 %

Durch Destillation von Gerste mit verdünnter Schwefelsäure erhält man ein aus Äther kristallisierendes Fett, das Beckmann Hordeinsäure nannte.

Sonstige Bestandteile. Neben Stärke, Zucker, Zellulose und Fett enthält die Gerste auch noch 7 bis 11 % Kohlehydrate von der Zusammensetzung $C_5H_8O_4$, sog. Pentosane.

Mineralstoffe (Aschenbestandteile). Die Menge der Mineralstoffe von Gerstetrockensubstanz beträgt im Mittel nach Prior 2,81 und 2,71 %.

Nach Wolf enthalten 100 Gewichtsteile Gerstenasche:

	Minimum	Maximum	Mittel
Kali	11,40	32,20	20,92
Natron	—	6,00	2,39
Kalk	1,20	5,60	2,64
Magnesia	5,00	12,70	8,33
Eisenoxyd	—	4,70	1,19
Phosphorsäure . .	26,00	46,00	35,10
Schwefelsäure . .	—	3,90	1,80
Kieselsäure	3,70	36,70	25,91
Chlor	—	5,20	1,02

Von den Bestandteilen der Gerstenasche sind Kali, Magnesia und Phosphorsäure die wichtigsten, weil sie zur Ernährung der Hefe dienen.

In der Gerste sind auch Säuren vorhanden, denn ein wässeriger Gerstenauszug reagiert sauer. Man nahm Milchsäure als Grund dieser sauren Reaktion an. Prior untersuchte die Säuren in der Gerste näher und kam zu dem Resultate, daß hauptsächlich die Anwesenheit primärer Phos-

phate den sauren Charakter bedingt. Er schreibt diesen primären Phosphaten bei der Malz- und Bierfabrikation eine große Bedeutung zu, da sie mit eiweißhaltigen Stoffen Verbindungen eingehen und die Menge der primären Phosphate daher zur Menge der in der Gerste vorhandenen löslichen stickstoffhaltigen Körper in gewissen Beziehungen stehen dürfte.

3. Weizen.

Weizen wird entweder als Rohfrucht oder im gemälzten Zustande in gewissen Verhältnissen mit Gerstenmalz vermengt zur Herstellung von Bier verwendet. Es gibt aber auch einige Lokalbiere, die nur aus Weizenmalz bereitet werden, die sog. obergärigen Weiß- oder Weizenbiere.

Eine große Anzahl von Weizensorten wird angebaut. In Beziehung auf die Verwendung des Weizens zur Malz- und Bierbereitung kommt hauptsächlich dessen Unterschied in der Beschaffenheit des Mehlkörpers in Betracht.

Man unterscheidet nach dieser Richtung:

Harten Weizen, der harte, hornartige, glasige Körner besitzt und meist reicher an stickstoffhaltigen Substanzen, Kleber, ärmer dagegen an Stärke ist.

Weichen Weizen, dessen Mehlkörper mürbe, leicht zerreiblich, weiß ist. Er enthält mehr Stärke, weniger Kleber.

Von diesen Sorten wird nun wieder zwischen rotem und weißem Weizen unterschieden und der rote, weiche Weizen ist es nun, der vom Brauer bevorzugt und besonders geschätzt wird.

Die chemischen Bestandteile des Weizenkornes sind dieselben wie die der Gerste mit Ausnahme der Proteinkörper. Nach Ritthausen enthält der Weizen außer den bei Gerste aufgeführten stickstoffhaltigen Substanzen auch Gliadin. Dieser Körper bildet mit Glutenfibrin und Mucedin den sog. Kleber. Gerste, Roggen usw. können keinen Kleber bilden, weil das Gliadin fehlt.

Bereitet man sich aus Weizenmehl und Wasser einen Teig, wäscht diesen, indem man Wasser darauflaufen läßt

und ihn knetet, aus, solange sich etwas wegwaschen läßt, so bekommt man schließlich eine gelblichgraue, elastische Masse, die im kalten Wasser soviel als unlöslich, löslich hingegen in verdünnten Säuren und Alkalien ist, den sog. Kleber.

Der Weizen enthält meist mehr Stärke als die Gerste. Der Stärkemehlgehalt kann 70 und über 70 % betragen. Je reicher der Weizen an Stärke ist, je mehliger seine Beschaffenheit, je ärmer an Proteinstoffen, für desto wertvoller muß er für Brauereizwecke gelten.

Lintner gibt über die mittlere Zusammensetzung des Weizens folgende Zahlen an:

Wasser	13,5 %
Stickstoffsubstanz	12,5 „
Fett	2,0 „
Stärke	64,0 „
Andere stickstofffreie Extrastoffe	3,8 „
Rohfaser	2,5 „
Asche	1,7 „

Die Asche enthält nach E. Wolf 23 bis 41 % Kali, 39 bis 54 % Phosphorsäure und 0,9 % Kalk; außerdem sind vorhanden: Natron, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Kieselsäure und Chlor.

4. Malzsurrogate.

Für die Verwendung von Malzsurrogaten werden eine Menge von Vorteilen angeführt, hauptsächlich Billigkeit der Produktion und größere Haltbarkeit der Biere nebst Hervortreten eines bestimmten Charakters der Biere. Es ist nicht möglich, in diesem kleinen Büchlein auf eine ausführlichere Behandlung einzugehen, inwieweit diese genannten Vorteile gerechtfertigt sind; es kann durch die Erfahrung auch das Gegenteil hie und da erwiesen werden, und so sollen in Kürze die wichtigsten dieser Surrogate und die Art ihrer Verwendung besprochen werden. Die erste Stelle, was die

Menge anlangt, nimmt, wie aus der statistischen Zusammenstellung von W. May in der „Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen“, Jahrgang 1895, zu ersehen ist, der Reis ein.

Reis (Oryza sativa). Der Reis ist eine Getreideart, die als Nahrungsmittel eine sehr wichtige Rolle spielt. Es wird angegeben, daß etwa die Hälfte aller Menschen sich ausschließlich von Reis ernähren. Die Reiskörner sind von einer Spelze umgeben, welche mit dem Korn nicht fest verwachsen ist. Diese Spelze (Schale) läßt sich leicht entfernen, und in geschältem Zustande kommt der Reis (Kochreis) in den Handel.

König gibt als mittlere Zusammensetzung von ungeschältem und geschältem Reis nachstehende Zahlen an:

	ungeschält	geschält
Wasser	9,55 %	13,11 %
Stickstoffsubstanz	5,87 „	7,85 „
Fett	1,84 „	0,63 „
Stickstofffreie Extraktstoffe insgesamt	75,85 „	76,75 „
Rohfaser	5,80 „	0,63 „
Asche	1,09 „	1,04 „

Hanamann fand in 100 Gewichtsteilen wasserfreiem Reis:

Stärkemehl	85,19	Teile
Dextrin	2,63	„
Albumin	0,24	„
Proteinstoffe	6,75	„
Fett	0,82	„
Hülsenstoffe	2,55	„
Mineralstoffe	1,82	„

Der Reis wird billig in den Handel gebracht. Allein nicht die Billigkeit ist es, die den Reis zu einem besonders beliebten und geschätzten Malzsurrogat macht, denn nicht in allen Bier produzierenden Ländern kommt der Reis gleich billig oder weitaus billiger als Gerste bezw. Malz zu stehen, sondern hauptsächlich der hohe Stärkegehalt, der sich bis auf 74 bis 80 % erhöhen kann, und andererseits die geringe Menge an

Proteinkörpern sind es, die bei der Verwendung des Reises zur Bierbereitung in Betracht kommen.

Die Reisstärke soll von allen Stärkesorten am schwersten von Diastase angegriffen werden, und es muß deshalb bei der Verwendung des Reises in der Brauerei darauf Rücksicht genommen werden. (Siehe Kapitel Verwendung von Malzsurrogaten zur Biererzeugung.)

Mais (Zea mais). Der Mais, türkischer Weizen usw. kommt in einer sehr großen Anzahl von Sorten vor. Seine Hauptverwendung findet er als Viehfutter und zur Stärkefabrikation, doch wird er auch zur Bierbereitung, zumal in Amerika, seit den letzten Jahren in ganz bedeutenden Mengen benützt.

Die ersten Versuche, die mit Mais zur Biererzeuzung gemacht wurden, fielen nicht zur Zufriedenheit aus. Die Ursache hiervon wurde in dem hohen Fettgehalt des Maiskornes gefunden. Dieses Fett, Öl, findet sich in dem Keim angehäuft. Durch Schälen und Entkeimen wurde der Fettgehalt auf ein Minimum reduziert, und derartige Produkte, wie z. B. das Cerealine, kommen in den Handel und werden als Braumais verwendet.

Nach Hanamann enthalten 100 Gewichtsteile Maistrockensubstanz:

Stärkemehl	72,55
Dextrin	3,04
Albumin	0,38
Nicht koagulierbare, im Wasser lösliche Proteinstoffe	1,33
Fibrin	2,46
Unlösliche Proteinkörper	7,67
Fett	4,52
Hülsenstoffe	5,27
Extraktivstoffe	0,84
Mineralstoffe	1,94

Braumais, geschälter und entkeimter Mais enthält nach Wahl und Henius:

Wasser	10,25 %	Fett	1,65 %
Stärke	77,00 „	Rohfaser . . .	0,73 „
Protein . . .	9,09 „	Asche	0,62 „

Dieselben Gründe, die für die Verwendung von Reis zu Brauzwecken angegeben wurden, gelten auch vom Mais.

Man hat auch versucht, Mais zu mälzen und Maismalz statt Gerstenmalz zu gebrauchen. Doch abgesehen davon, daß durch die Mälzungskosten ein wesentlicher Vorteil bei der Verwendung von Mais in Wegfall kommt, hat man sich überzeugt, daß es sehr schwierig ist, ein gut aufgelöstes, fehlerfreies Maismalz zu erhalten. Der Mais braucht zur richtigen Auflösung während des Keimprozesses längere Zeit und eine höhere Temperatur, was zur Folge hat, daß er sehr leicht schimmelig wird. Die Biere aus Maismalz hatten nur sehr geringe Haltbarkeit, sie wurden rasch sauer.

Rohrzucker. Eine geringe Menge Rohrzucker, nach Kühnemann 1,5 %, findet sich schon in der Gerste. Es ist bei der Besprechung der chemischen Bestandteile der Gerste darauf hingewiesen und sind die wichtigsten Eigenschaften dieser Zuckerart dort angegeben. Der Rohrzucker, der in manchen Ländern, so besonders in England, zur Bierbereitung verwendet wird, wird aus dem Zuckerrohr, in neuerer Zeit jedoch meistenteils aus der Zuckerrübe gewonnen.

Rohrzucker ist nicht direkt vergärbar. Wird nun Rohrzucker als Malzsurrogat gebraucht, so muß er durch das Enzym Invertase, das sich in der Hefe vorfindet, zunächst in den sog. Invertzucker, der aus gleichen Teilen Dextrose und Lävulose besteht und die beide leicht vergären, verwandelt werden. Rohrzucker wird auch dem Biere im Lagerfasse, obergärigem Biere beim Abziehen auf Flaschen zugesetzt. Hier handelt es sich weniger um die Verwendung des Rohrzuckers als Malzsurrogat, als darum, eine gleichmäßige, rasche Nachgärung herbeizuführen, die Klärung der Biere zu fördern, die Haltbarkeit zu erhöhen, dem Biere die sog. Schneid zu geben.

Wie erwähnt, muß der Rohrzucker zunächst im Gärbottich in Invertzucker verwandelt werden. Aus diesem

Grunde ist es zweckmäßiger, statt Rohrzucker gleich Invertzucker zu benützen.

Invertzucker. Wie aus Rohrzucker durch Einwirkung von Invertase Invertzucker entsteht, so geschieht dies auch durch Einwirkung von verdünnten Säuren. In der Tat stellen sich in England vielfach die Brauer in dieser Weise Invertzucker dar, und zwar vorteilhafter durch Inversion des aus dem Zuckerrohr, nicht aus Zuckerrüben gewonnenen Rohrzuckers mit Hefe bei 56° C.

Invertzucker ist in Wasser leicht löslich, er dreht das polarisierte Licht links, und zwar weil die linksdrehende Eigenschaft der Lävulose die rechtsstehende der Dextrose überragt und beide in gleicher Menge vorhanden sind. Invertzucker ist vergärbar, da beide Bestandteile vergärbar sind, jedoch Dextrose etwas leichter als Lävulose. Fehlingsche Lösung wird durch ihn reduziert.

Dextrose (Traubenzucker, Stärkezucker, Glukose). Dieser Zucker ist im Pflanzenreich sehr verbreitet. Dextrose kann dargestellt werden durch Einwirkung von verdünnten Mineralsäuren oder Oxalsäure oder von Enzymen, Invertase, Glykase, auf Saccharose. Hauptsächlich wird aber Dextrose gewonnen aus Stärke, durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure.

Die Stärke wird bei diesem Prozeß nicht vollständig in Dextrose übergeführt. Der Stärkezucker des Handels enthält etwa 65% vergärbaren Zucker, 18% unvergärbare Bestandteile und 17% Wasser.

Um möglichst vollkommene Überführung der Stärke in Zucker zu erzielen und reinen Zucker zu gewinnen, existieren eine größere Anzahl patentierter Verfahren.

Wird Stärkezucker zur Biererzeugung mit verwendet, so soll nur möglichst reiner, kristallinischer verwendet werden. Stärkezucker mit reichlicherem Dextringehalt haben einen fremdartigen, kratzigen Geschmack, der sich auch dem Biere mitteilt, und diese Dextrine sind keineswegs, was Bekömmlichkeit beim Genusse solcher Biere betrifft, den Dextrinen der reinen Malzbiere gleichzustellen.

Beim Kristallisieren aus Methyl- oder Äthylalkohol oder konzentrierten wässerigen Lösungen bei 30 bis 35° C scheidet sich wasserfreie Dextrose, Dextroseanhydrid, in feinen Nadeln aus, aus wässerigen Lösungen in der Kälte Dextrosehydrat als körnige Masse, die aus sechsseitigen Blättchen besteht.

Das Anhydrid schmilzt bei 146° C das Hydrat bei 80 bis 86° C. Über 200° C erhitzt, tritt unter Bräunung und Schwärzung und unter Entwickelung von Gasen und Dämpfen Zersetzung ein, es bleibt eine braunschwarze Masse zurück, die in Wasser oder Alkohol löslich ist, einen bitteren Geschmack (Assamar) zeigt und unter dem Namen Karamel, gebrannter Zucker, Zuckercouleur zum Braunfärben von Bier und verschiedenen anderen Flüssigkeiten benutzt wird.

Der Geschmack der Dextrose ist weniger süß als der des Rohrzuckers. Nach Herzfeld 1,53 Teile Dextrose = 1 Teil Saccharose.

Dextrose ist im Wasser leicht löslich. 100 Teile Wasser von 15° C lösen 81,68 Teile Dextroseanhydrid, 97,85 Teile Hydrat. Verdünnter Alkohol löst Dextrose, zumal in der Wärme, leicht auf, absoluter Alkohol jedoch nicht.

Fehlingsche Lösung wird von Dextrose schon in der Kälte, sehr leicht in der Wärme, reduziert, ebenso das Barfödsche Reagens, auf das andere Zuckerarten ohne Wirkung sind.

Dextrose vergärt mit Hefe leicht und vollständig. Mit Spaltpilzen stellt sich Milchsäure- und Buttersäuregärung ein, mit anderen Organismen Schleim und Mannitgärung.

Mit essigsaurem Phenylhydracin auf kochendem Wasserbad erhitzt gibt Dextrose Glykosazon, das sich meist schon während des Erhitzens in feinen gelben Nadeln ausscheidet, in heißem Wasser sehr schwer, in 50prozentigem Alkohol leicht löslich ist. Schmelzpunkt 204° C.

Maltose. Die Maltose entsteht beim Maischprozeß aus der Stärke durch die Einwirkung der Diastase. Auch bei Einwirkung von verdünnter Säure auf Stärke tritt Maltose als Spaltungsprodukt auf, doch wird sie bei weiterer Einwirkung

von verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure in Dextrose übergeführt, was Diastase nicht vermag.

Nach Soxhlet kann man Maltose auf folgende Weise darstellen: 2 kg Kartoffelstärke mit 9 l Wasser angerührt, werden auf dem Wasserbad verkleistert. Der auf 65 bis 60° C abgekühlte Kleister wird mit einem bei 40° C aus 120 bis 140 g Malz bereiteten wässerigen Malzauszug versetzt und eine Stunde hindurch die Temperatur von 60 bis 65° C gehalten. Die Diastase des Malzauszuges führt die verkleisterte Stärke in Dextrin und Maltose über. Man kocht hierauf, filtriert dann ab und dampft in einer flachen Schale bis zur Sirupdicke ein. Der Sirup wird wiederholt mit 90 % prozentigem Alkohol behandelt, wobei die Maltose in Lösung geht, die Dextrine ungelöst zurückbleiben. Nach Entfernung des Alkohols durch Destillation wird die Maltoseflüssigkeit wieder bis zur Syrupdicke eingedampft; um die Kristallisation anzuregen und zu beschleunigen bringt man einige Maltosekristalle hinzu. Nach 3 bis 5 Tagen erfolgt die Reinigung der erstarrten Kristallmasse durch wiederholtes Waschen mit Methylalkohol.

Die Maltose bildet feine, weiße, warzig gruppierte Nadeln. Sie ist in Wasser leicht löslich, schwerer in Alkohol.

Malthose reduziert Fehlingsche Lösung schwächer als Dextrose, indem sie nur gegen zwei Drittel des von Dextrose abgeschiedenen Kupferoxyduls oder Kupfers abscheidet. Nach Brown und Heron gibt Maltoseanhydrid nur 60,8 % des von der gleichen Menge Dextroseanhydrid reduzierten Kupfers. Nach Soxhlet sind 100 Teile Maltose gleich 113 Teilen Kupfer.

Maltose vergärt mit Hefe nicht direkt. Es existiert in der Hefe ein Enzym, Hefeglykase, Hefemaltase genannt, das die Eigenschaft besitzt, Maltose in Dextrose überzuführen, so daß die Annahme berechtigt wäre, Maltose wird bei der Gärung zunächst in Dextrose verwandelt. (S. Enzyme.)

Mit Phenylhydracin gibt die Maltose nach 1½ stündigem Erhitzen auf dem Wasserbade Phenylmaltosazon, das sich

beim Erkalten in gelben, nadelförmigen Aggregaten abscheidet, die bei 190° C schmelzen.

Maltose, hauptsächlich aus Maismehl hergestellt, kommt in kristallisiertem Zustande und als Sirup in den Handel und wird auch als Malzsurrogat empfohlen, doch konnte sie keinen Eingang in den Brauereien finden.

Isomaltose. Wie schon früher erwähnt, hat Lintner in Würze und Bier Isomaltose nachgewiesen. Zuerst wurde sie von Emil Fischer synthetisch erhalten durch Einwirkung von konzentrierter Salzsäure auf Dextrose. Von Scheibler und Mittelmeier wurde sie im käuflichen Stärkezucker aufgefunden.

Lintner äußert sich über Isomaltose: Sie entsteht stets bei unvollständiger Einwirkung der Diastase auf Stärke. Läßt man Malzauszug bei 67 bis 70° C auf Stärkekleister einwirken und unterbricht die Wirkung, wenn die Flüssigkeit eine rotviolette bis rotbraune Färbung mit Jodlösung gibt, so hat man in der Flüssigkeit neben Dextrin hauptsächlich Isomaltose. Dieser Zucker ist ein wichtiger Bestandteil im Biere; er verleiht ihm, wegen seines Geschmackes und seines dextrinähnlichen Charakters eine gewisse Süße und Vollmundigkeit. Es ist wahrscheinlich, daß die Isomaltose, da sie schwer vergärt, bei der Nachgärung eine wichtige Rolle spielt, die Haltbarkeit des Bieres wesentlich bedingt.

Isomaltose ist bis jetzt in kristallisiertem Zustande nicht erhalten worden. Durch Ausfällen mit Alkohol erhält man sie als amorphe, weiße, hykroskopische Masse. Sie schmeckt süß, ist in Wasser sehr leicht, in Alkohol nicht schwer löslich. Sie reduziert Fehlingsche Lösung, doch weniger stark als Maltose. Mit Phenylhydracin liefert sie Isomaltosazon, gelbe Nädelchen, die häufig erst auf Zusatz von Wasser aus dem Reaktionsgemisch sich ausscheiden. Bei 140° C beginnt das Osazon zu sintern, bei 150 bis 152° C schmilzt es. Die Isomaltose erleidet beim Trocknen bei 100° C bereits Zersetzung. Mit Hefe gärt sie, jedoch weit langsamer als Maltose und Dextrose.

Es wurde schon früher darauf hingewiesen, daß die Existenz der Isomaltose in der Würze und im Bier auf Grund neuerer Untersuchungen seitens verschiedener Forscher bezweifelt wird und jetzt auch von Lintner fallen gelassen ist.

Auch Isomaltose, vielmehr isomaltosereicher Malzauszug, wurde bereits in den Handel gebracht und den Brauern empfohlen als einziges naturgemäßes Mittel, um die Biere aromatisch, vollmundig, schaumhaltig zu machen, um die Haltbarkeit zu erhöhen. Eine dunklere Sorte dieses Auszuges soll auch die Verwendung von Farbmalz ersetzen. Die Erfahrungen, die über dieses Präparat in den Fachzeitschriften bisher laut geworden, sprechen zu dessen Gunsten.

In Bayern darf zur Herstellung von untergärigem Biere ausschließlich nur Gerstenmalz benutzt werden. Es ist dies sicher mit ein Grund, daß der Export der bayrischen Biere zur Zeit ein so bedeutender ist.

Anschließend an die Zuckerarten bzw. Malzsurrogate sollen hier die Dextrine eine kurze Besprechung finden.

Dextrine entstehen durch Einwirkung von verdünnten Säuren oder Enzymen, beim Maischprozeß durch die Wirkung der Diastase auf Stärke. Man unterscheidet demnach zwischen Säure- und Würzedextrinen. Nach Soxhlet soll ein Unterschied darin bestehen, daß die Säuredextrine durch Diastase nicht weiter in Zucker abgebaut werden können, während dies bei den Würzedextrinen möglich ist; doch ist durch Versuche festgestellt, daß ein derartiger Unterschied nicht existieren dürfte.

Für den Brauer haben nur jene Dextrine ein besonderes Interesse, die bei der Würzebereitung auftreten; deren Zahl scheint groß zu sein.

Nach ihrem Verhalten zu wässeriger Jodlösung, zur Fehlingschen Lösung, dem optischen Drehungsvermögen, werden die Dextrine folgendermaßen eingeteilt:

Amylodextrin, mit Jodlösung sich blau-violettfärbendes Dextrin. Von mancher Seite wird dieses Dextrin als identisch mit löslicher Stärke angenommen. Nach Brown und Morris ist dies nicht richtig. Lintner bezeichnet es

als das erste Abbauprodukt der Stärke bei dem diastatischen Prozesse und als Hauptbestandteil der löslichen Stärke. Aus der wässerigen Lösung mit Alkohol gefällt, mit Alkohol und Äther ausgewaschen und entwässert, stellt es nach dem Trocknen über Schwefelsäure ein lockeres, weißes, geschmackloses Pulver dar. Fehlingsche Lösung wird durch dieses nicht reduziert.

Erythrodextrine, mit Jodlösung sich rotviolett bis rotfärbende Dextrine. Sie entstehen aus dem Amylodextrin durch Einwirkung der Diastase. Nach Mittelmeier sind drei verschiedene Erythrodextrine zu unterscheiden, von denen eines im Wasser schwerer löslich ist und bei Gegenwart von verhältnismäßig geringprozentigem Alkohol zur Ausscheidung gelangt. Das Vorhandensein dieses Dextrins in Würze und Bier dürfte hauptsächlich der Grund dafür sein, daß Biere, die vollständig klar waren, nach einiger Zeit im Lagerfaß sog. Kleistertrübung zeigen. Durch Zunahme des Alkohols bei der Nachgärung scheidet sich dieses Dextrin aus.

Erythrodextrin, das aus heißer alkoholhaltiger Lösung in Sphärokristallen sich abscheidet, ist ebenfalls geschmacklos und reduziert die Fehlingsche Lösung sehr schwach.

Maltodextrin (siehe Verhalten der Stärke zu Diastase). Herzfeld glaubte beobachtet zu haben, daß dieses Dextrin durch Hefe direkt vergoren wird, was von Brown und Morris bestritten wird.

Achroodextrine, die durch Jodlösung sich nicht färbenden Dextrine. Während die voraus angeführten Dextrine sich durch Diastase verhältnismäßig leicht zu Maltose abbauen lassen, gelingt dies bei den Achroodextrinen weniger leicht. Es werden diese Dextrine, die als wesentlicher Bestandteil sich im Biere finden und jedenfalls mit zur Vollmundigkeit und Schaumhaltung beitragen, als bleibende Dextrine im Maischprozesse bezeichnet.

Zwei Achroodextrine wurden zunächst charakteristisch als in der Würze vorhanden nachgewiesen, die sich hinsichtlich der Reduktionsfähigkeit von Fehlingscher Lösung und des optischen Drehungsvermögens unterscheiden.

Nach Prior existiert ein drittes, der Maltose am nächsten stehendes Achroodextrin, das zum Unterschied von den beiden anderen, wie alle übrigen Dextrinen direkt durch Hefe vergärbar sein soll.

Allgemeine Eigenschaften der Dextrine. Sämtliche Dextrine sind in Wasser und auch in Weingeist löslich. In dieser Beziehung nimmt die Löslichkeit zu, je näher die Dextrine der Maltose stehen. Dextrine, die der Stärke sehr nahe stehen, Amylodextrine, reduzieren Fehlingsche Lösung nicht oder sehr schwach; je mehr sie sich der Maltose nähern, desto größer ist ihre Reduktionsfähigkeit. Durch absoluten Alkohol werden alle Dextrine aus ihren Lösungen gefällt. Diastase vermag sie in Maltose überzuführen. Sie sind nicht direkt gärungsfähig.

Über die Reduktionskraft der Dextrine gehen die Ansichten noch auseinander.

5. Hopfen.

Was der Brauer als Hopfen bezeichnet und verwendet, sind die Fruchtzapfen der weiblichen Hopfenpflanze (Humulus lupulus), Hopfendolde, Trolle genannt.

Die Hopfenpflanze, zur Familie der nesselartigen Pflanzen (Urticaceae) gehörend, ist wildwachsend sehr verbreitet. Nur die kultivierte Hopfenpflanze und da wieder nur die weibliche Pflanze kommt in der Brauerei in Betracht. Männliche Pflanzen duldet man in Hopfengärten nicht und entfernt sie, um die Befruchtung der weiblichen Blüten und die dadurch bedingte Samenbildung zu vermeiden.

Die Fortpflanzung des Hopfens geschieht fast ausschließlich durch Hopfensechser, Stecklinge, die Teile des unterirdischen Stengels sind.

Auf die Qualität eines Hopfens üben die Art der Kulturweise, die Boden- und klimatischen Verhältnisse und die Witterungsverhältnisse einen bedeutenden Einfluß aus. Es gilt auch hier, was bei Gerste gesagt wurde, es kommt vor,

daß Hopfen aus weniger berühmter Hopfengegend stammend in manchem Jahre ebensogut, selbst besser sein kann als der aus den besten Lagen.

Die Hopfenproduktion ist eine sehr große und sehr verbreitete. In Deutschland, ja überhaupt unter allen hopfenbauenden Ländern, nimmt Bayern die erste Stelle, was die Menge der Produktion anlangt, ein. Aber auch, was Qualität betrifft, so werden die Hopfen aus der Spaltergegend, von Kinding, einigen Lagen der Hallertau zu den besten, feinsten gezählt. Die feinsten Sorten kommen in Böhmen, in der Umgegend von Saaz und Auscha, vor. Auch England hat sehr feine Hopfen, besonders in der Grafschaft Kent.

Der Hopfenzapfen (Hopfendolde) besteht aus der acht- bis zehnmal knieförmig gebogenen, wollig behaarten Fruchtspindel. An den Biegungen entspringen kleine Ästchen und die dachziegelförmig übereinandergelagerten Zapfenblätter. Man unterscheidet Vorblätter und Deckblätter. An der Innenseite und am untern Rande sind die Vorblätter eingebogen und darin entsteht die mit zwei Narben versehene Blüte, aus der später die Frucht, eine Schalfrucht gebildet wird. Die Hopfenfrüchte sind gelbliche, runde, harte Körner von 2 bis 3 mm Durchmesser und werden meist als Samen bezeichnet. Sie sind von einem dünnhäutigen, durchsichtigen Perigon eingeschlossen. Zur Zeit der Reife sind die unteren und inneren Teile der Blätter, die Spindel und das Perigon mit einem hellgelben, harzigen Mehl, dem sog. Hopfenmehl, Lupulin, bedeckt. Das Lupulin ist ein Drüsensekret; es enthält die wichtigsten und wertvollsten Bestandteile für den Brauer. Aus diesem Grunde ist die Ermittelung des Mehlgehaltes eines Hopfens für dessen Bewertung sehr vorteilhaft.

Haberlandt hat hierzu folgendes Verfahren angegeben Man entnimmt der zu untersuchenden Hopfenprobe zur Erlangung eines genaueren Durchschnittes an verschiedenen Stellen etwa 100 Dolden und bestimmt deren Gewicht, worauf sie portionsweise zu 10 oder 15 Stück über einem feinen Siebe zerzupft werden, das 25 bis 30 Fäden auf einem

Zentimeter hat. Diese Arbeit darf nicht mit den Fingern geschehen, da an diesen zu viel Mehl hängen bliebe und verschmiert würde, sondern man bedient sich hierzu zweier feiner Pinzetten und beachtet, daß die Deckblätter einzeln auf das Sieb fallen. Die Fruchtspindel und die Stiele werden in einem Glasschälchen gesammelt, die abgezupften Deckblätter aber im Siebe mit einem weichen Haarpinsel 5 bis 10 Minuten lang abgescheuert und gebürstet, wobei das Hopfenmehl durch das Sieb auf die Unterlage, ein schwarzes Glanzpapier, herabfällt und hier leicht zusammengekehrt werden kann; auch die Spindel befreit man auf diese Weise von dem Mehle. Hat man sämtliche Dolden der Probe derart behandelt, so bestimmt man das Gewicht des gewonnenen Mehles, der Deckblätter, Früchte, Fruchtspindel und Stiele besonders, addiert die erhaltenen Zahlen, und den gegenüber dem Gewichte der Probe entstandenen kleinen Gewichtsverlust schlägt man zum Gewichte der Deckblätter.



Abb. 12. Weiblicher Hopfen.



Abb. 13. Männliche Hopfentrauben.

Bei diesem Verfahren ist die richtige Trockenheit des Hopfens sehr maßgebend. Ist er nicht trocken genug, so ist

das Lupulin schwer von den Schuppen zu trennen und verschmiert die Haare des Pinsels und das Sieb, und ist er zu trocken, so zerreiben sich auch sehr leicht die Deckschuppen beim Absieben zu Pulver.


Abb. 14 Weibliche Blüte des Hopfens.

Fr. Reinitzer gibt in der „Allgemeinen Brauer- und Hopfenzeitung" ein Verfahren an, das gegenüber der Haberlandtschen Methode bessere Resultate liefert. Aus einem ungewogenen Teil des zu untersuchenden Hopfens wird das Lupulin von den zerblätterten Hopfenteilen auf einem feinen Siebe abgesiebt und das erhaltene Lupulin gewogen. Hierauf bringt man dieses aus dem tarierten Gefäße auf ein trockenes Filter und extrahiert etwa eine Stunde mit Chloroform in einem Extraktionsapparat. Nach dieser Zeit nimmt man das Filter samt Inhalt aus dem Apparat heraus, läßt bei gewöhnlicher Temperatur trocknen, entfernt mit Hilfe eines Pinsels die Lupulinhülsen vom Filter und ermittelt deren Gewicht. Die Differenz zwischen dem Gewichte des zur Extraktion verwendeten Lupulins und dem der Lupulinhülsen gibt die Menge des im Chloroform löslichen Anteils des Lupulins.


Abb. 15. Männliche Blüte des Hopfens.

Nun werden 18 bis 20 g Hopfen mit Chloroform extrahiert. Nach der Extraktion und dem Trocknen an der Luft wird der Hopfen auf ein Sieb gebracht und zerblättert, die Lupulinhülsen werden abgebürstet, durchgesiebt und gewogen. Die Gewichtsmenge der Hülsen, umgerechnet unter Benützung der nach der voraus angeführten Extraktion erhaltenen Zahlen auf das ursprüngliche Lupulin, ergibt die Lupulinmenge von 18 bis 20 g Hopfen, und diese wird dann in Prozenten angegeben.


Abb. 16. Fruchtzapfen des Hopfens.

Reinitzer fand den Lupulingehalt zweier Hopfensorten nach seinem Verfahren zu 10,55 und 13,15 %, während

die Methode von **Haberlandt** nur einen solchen von 6,74 und 8 % ergab.

Von einer Ermittelung der Hopfenmehlmenge mit Benutzung der angeführten Methoden wird in der Regel abgesehen; man begnügt sich damit, daß man eine kleine Anzahl von Dolden auseinanderbricht und auf Grund der auf der Bruchfläche sich befindlichen Lupulinmenge auf den absoluten Gehalt an Hopfenmehl schließt. Es ist selbstverständlich, daß hierbei Täuschungen mancherlei Art unterlaufen, zumal das Resultat auch durch verschiedene andere Umstände beeinflußt werden kann. Die Ermittelung der Bitterstoffe nach der Methode von Lintner läßt einen Schluß zu auf die Lupulinmenge des Hopfens (Seite 81).

Die Verwendung des Hopfens in der Brauerei hat den Zweck, dem Biere einen aromatisch bitteren Geschmack zu verleihen. Er trägt zur Klärung der Würze beim Hopfensud bei und erhöht die Haltbarkeit der Biere.

Diese günstigen Wirkungen werden nur von einem guten Hopfen zu erwarten sein, und es ist daher eine sehr wichtige Aufgabe des Brauers, bei der Auswahl und dem Einkauf des Hopfens auf alles Rücksicht zu nehmen, was zur richtigen Beurteilung und Wertschätzung des Hopfens beiträgt.

Man ist heutzutage bei der Hopfenbeurteilung fast ausschließlich noch auf die äußeren Eigenschaften, auf den Geruch des Hopfens angewiesen. Doch auch diese Art der Beurteilung läßt falsche Schlüsse zu, und man wird sich eine richtige Wertschätzung des Hopfens nur durch lange Übung und Vergleichung der verschiedenen Hopfensorten aneignen.

Als Anhaltspunkte zur Beurteilung eines Hopfens dienen folgende Merkmale:

a) **Form und Größe der Dolden.** Es ist selbstverständlich, daß Hopfen aus den verschiedenen Provenienzen sich nicht durch eine bestimmte Form und Größe der Dolden auszeichnen. Verschiedene Faktoren in den einzelnen Jahrgängen können bedeutende Unterschiede in dieser Richtung

bedingen. Was die Form der Dolden anlangt, unterscheidet man eiförmige, kugelige, prismatische, zylindrische. Am meisten schätzt man die eiförmige Form, da diese den feineren Hopfensorten mehr eigen ist. Aus demselben Grunde ist auch eine geringere Doldengröße erwünscht, da größere Dolden in der Regel weniger Lupulin enthalten, während abnorm kleine Dolden auf ungenügende Ausbildung zurückzuführen sind. Gleichartigkeit der Form und Größe eines Hopfens aus einer bestimmten Hopfengegend infolge guter Sortierung wird dessen Wert wesentlich beeinflussen müssen.

Die Dolden sollen auch geschlossen sein. Offene Dolden deuten entweder überhaupt eine sehr geringe Sorte an oder daß der Hopfen zu früh, unreif, gepflückt wurde. Solcher Hopfen getrocknet, verliert sehr leicht sein Mehl.

b) Die Spindel. Die Spindel soll möglichst zart und dünn und kurz gegliedert sein.

c) Farbe und Glanz. Die Dolden sollen gelblichgrün gefärbt und glänzend sein. Reingrüne, grasgrüne Farbe läßt darauf schließen, daß der Hopfen unreif ist und daher das Lupulin nicht vollkommen ausgebildet ist. Die Farbe des Hopfens wird bei der Wert- und Preisbestimmung sehr häufig überschätzt. Der Hopfen kann infolge von Überreife oder Windschlag eine mehr oder weniger rote bis braune Färbung angenommen haben. Solcher Hopfen braucht in seiner Qualität nichts eingebüßt zu haben und kann dessen Brauwert höher sein als der eines schönfarbigen Hopfens. Freilich ist aber auch möglich, daß diese Mißfarbe durch andere Umstände veranlaßt wird, wodurch der Hopfen geringwertiger, ja geradezu unbrauchbar geworden ist. Durch schlechtes Trocknen oder durch Warmwerden im Sacke verliert der Hopfen seine ursprüngliche Farbe und seinen Glanz; er wird mißfarbig, matt und hat an seinem Wert mehr oder weniger verloren. Auch Krankheiten können die Ursachen der roten, rotbraunen, dunkelbraunen Doldenfärbung sein. Hierher gehören der durch die Webermilbe verursachte Kupferbrand, der Rußtau oder die Schwärze,

durch einen Pilz, Fumago salicina genannt, ferner der Mehltau durch einen andern Pilz, dem Podosphaera Castagnei hervorgerufen.

Bei der Prüfung auf Farbe und Glanz breitet man die Hopfenprobe am zweckmäßigsten auf blauem Papier aus und läßt genügend starkes Licht von oben darauf einfallen.

Da die Farbe des Hopfens, wie bemerkt, bei der Wertschätzung ein so bedeutende Rolle spielt, so wendet man bei mißfarbigen Hopfen das Schwefeln an, wodurch der Hopfen eine mehr oder weniger gleichmäßigere Farbe bekommt, sich schöner präsentiert, ohne daß jedoch auch die übrigen Eigenschaften, die einen Hopfen als geringwertiger erkennen lassen, dadurch irgendwie beeinflußt werden (s. Konservierung des Hopfens).

d) Mehlgehalt. Hopfenmehl soll reichlich vorhanden sein. Zerreißt man eine größere Anzahl von Dolden der Länge nach, so soll zwischen den Blättern an der Spindel, dem Perigon, viel Mehl in hellgelbem, harzigem Zustande sich vorfinden. Durch Reiben auf dem Handrücken oder auf Papier (Reibflächen) kann man sich nicht nur von der Menge, sondern auch von der Beschaffenheit des Hopfenmehls überzeugen. Eine dicke, fette, lichtgelbe Reibfläche zeigt viel und gutes Mehl an; bei unreifen Hopfen ist sie grünlich, bei älteren Hopfen dünner, harzig zäh, dunkelgelb bis braun. Beim Zerdrücken der Lupulinkörner sollen sie dünnflüssigen Inhalt aufweisen.

e) Geruch. Der Geruch eines Hopfens ist für dessen Bewertung äußerst wichtig. Bei feinen, gut ausgereiften Sorten zeigt sich ein angenehmer, aromatischer, schwacher Geruch, während sich bei gröberen Sorten ein starker, scharfer Geruch bemerkbar macht. Geruch nach Obst, Zwiebel, Knoblauch, schwarzen Johannisbeeren, Fett, Käse weisen auf eine mindere Sorte hin oder darauf, daß der Hopfen durch ungünstige Witterungsverhältnisse, durch Krankheiten, durch unvorsichtiges Trocknen, durch sorglose Aufbewahrung gelitten hat.

Bei der Geruchsbestimmung überzeugt man sich zunächst, ob der Hopfen nicht einen dumpfigen, schimmeligen

Geruch zeigt, indem man eine Anzahl von Dolden in die Hand nimmt und dazu riecht, hierauf zerdrückt man die Dolden, besser zerreibt man die Lupulinkörner und konstatiert hernach den dabei sich zeigenden spezifischen Geruch.

Der Hopfen ist für den Geschmack der Biere von großer Bedeutung, und es wird deshalb Aufgabe des Brauers sein, für die Herstellung einer bestimmten Biersorte mit mehr oder weniger hervortretendem bitteren Geschmack die richtige Auswahl des Hopfens zu treffen. Zu Bieren, die bitter schmecken sollen, kann nur feiner Hopfen von bekanntem, angenehmem, aromatischem Geruch benützt werden.

f) Trockenheit. Der Hopfen muß trocken sein. Abgesehen davon, daß bei ungenügend getrockneten Hopfen das wertlose Wasser gleichbezahlt wird wie die nützlichen Bestandteile, ist man der Gefahr ausgesetzt, daß der Hopfen beim Aufbewahren schädlich verändert wird (Warmwerden des Hopfens).

g) Reinheit. Der Hopfen muß gut gepflückt sein. Es soll der Hopfen nur aus einzelnen, nicht in Sträußen zusammenhängenden Dolden von möglichst gleichmäßiger Größe bestehen. Lange Stiele, Laubblätter, sollen nicht vorhanden sein; es ist an und für sich solcher Hopfen geringwertiger, es kann aber auch der Geschmack des Bieres nachteilig beeinflußt werden. Nicht immer ist Nachlässigkeit beim Pflücken die Schuld für solche Mißstände, sondern es geschieht auch absichtlich, um das Gewicht des Hopfens zu erhöhen.

Chemische Bestandteile des Hopfens:

1. Wasser,
2. Hopfenöl,
3. Hopfenbitterstoffe,
4. Hopfenharze,
5. Gerbstoff,
6. Alkaloide,
7. Kohlehydrate,
8. Sonstige stickstoffhaltige Substanzen,
9. Mineralbestandteile.

Von diesen angeführten Körpern haben nur Hopfenöl, Hopfenbitterstoffe, Hopfenharze, Gerbstoff und die Alkaloide bei der Verwendung des Hopfens zur Bierbereitung eine Bedeutung und sollen im nachfolgenden in Kürze besprochen werden.

Hopfenöl. Das Hopfenöl, im Hopfenmehl (Lupulin) befindlich, mit den Hopfenharzen zu einem Balsam vereinigt, ist ein ätherisches Öl, das den angenehmen, charakteristischen Geruch des Hopfens bedingt. Es wird beim Kochen der Würze mit Hopfen größtenteils verflüchtigt, und man glaubte deshalb dem Hopfenöl keinen besonderen Wert zuerkennen zu dürfen. Doch die immerhin noch im Biere zurückbleibende Menge dieses Körpers ist hinreichend, um dem Biere das spezifische Hopfenaroma zu verleihen. Nach Lintner soll das Aroma der Würze und des Bieres, soweit der Hopfen in Betracht kommt, nicht ausschließlich durch das Hopfenöl bedingt sein, sondern es dürften auch schwerflüchtige Umwandlungsprodukte der Harze, die beim Kochen entstehen, beteiligt sein. Wäre das Hopfenöl belanglos, so wäre wohl kein Grund einzusehen, warum bei der Beurteilung und Wertschätzung eines Hopfens gerade das Aroma, der Geruch als ein so wichtiges Merkmal gilt.

Durch Destillation des Hopfens mit Wasser kann dieses Öl gewonnen werden. Es geht mit Wasserdämpfen über und sammelt sich, weil nur in ganz geringem Grade in Wasser löslich und spezifisch leichter als dieses, auf der Oberfläche des Wassers an. Das Hopfenöl, aus frischem Hopfen hergestellt, ist fast farblos. Der Gehalt des Hopfens an Öl beträgt 0,2 bis 0,8 %. Wie durch Versuche festgestellt ist, besteht dieses Öl aus zwei verschiedenen Körpern.

An der Luft verharzt es und oxydiert sich zu Valeriansäure, woher der eigentümliche, käsige Geruch, der oft im alten Hopfen zu beobachten ist, herstammen soll. Nach Bungener wird dieser Geruch jedoch durch Oxydation des Bitterstoffes verursacht.

Hopfenbitterstoffe. Diese Körper sollen der Würze, dem Biere den angenehmen bitteren Geschmack verleihen. Lermer hat zuerst aus dem Hopfen und aus dem Biere einen kristallinischen Körper abgeschieden, dem er die bitteren Eigenschaften zuschreibt und den er Hopfenbittersäure nannte. Diese ist in Wasser völlig unlöslich, jedoch leicht löslich

in Alkohol, und die alkoholische Lösung schmeckt intensiv bitter. Bungener hat gleichfalls aus dem Hopfenmehl durch Behandlung mittels Petroläthers eine kristallinische Säure von ähnlichen Eigenschaften, wie sie Lermer angegeben, erhalten. Die Kristalle sind farblos, unlöslich in Wasser, hingegen leicht löslich in Alkohol, Äther usw. Die Lösung schmeckt rein bitter. Besonders charakteristisch ist deren Kupferverbindung, die kristallinisch ist, in Wasser sich nicht löst, in Äther jedoch noch leichter löslich ist als in Alkohol. Diese Bittersäure nach Bungener ist äußerst unbeständig. Durch Liegenlassen der Kristalle an der Luft, rascher durch Verdunsten der alkoholischen oder ätherischen Lösung an der Luft bei Zimmertemperatur, verwandeln sie sich in eine harzige gelbe Masse, die stark nach Fettsäuren riecht und deren Lösung stark bitter schmeckt. Die Bildung dieses Harzes erfolgt nur bei Gegenwart von Luft bzw. durch Sauerstoffaufnahme. Wird die kristallinische Hopfenbittersäure unter vollständigem Luftabschluß mit Wasser gekocht, so wird vom Wasser so gut wie nichts aufgenommen, die Flüssigkeit bleibt farb- und geschmacklos. Leitet man aber während des Kochens einen Luftstrom durch das Wasser, so färbt es sich gelb, der Geschmack ist deutlich bitter. Es findet eine teilweise Oxydation der Säure unter Bildung eines löslichen Bitterstoffes statt. Nach dem Verhalten des Oxydationsproduktes zu Wasser ist anzunehmen, daß durch die Gegenwart dieses Produktes die Bitterkeit der gehopften Würze bedingt ist.

Bestimmung der Bitterstoffe nach Lintner. 10 g zerkleinerter Hopfen*) werden in einem $^1/_2$-Liter-Meßkolben, der bei 505 ccm eine weitere Marke besitzt — 5 ccm entsprechen dem Volum von 10 g Hopfen — mit 300 ccm Petroläther vom Siedepunkt 30 bis 50° C während 8 Stunden im Wasserbad am Rückflußkühler extrahiert. Nach Beendigung der Extraktion und Abkühlung auf 17,5° C füllt man mit Petrol-

*) Lintner sagt, daß eine vollkommene Extraktion nur mit zerkleinertem Hopfen zu erzielen ist, was durch Versuche von Neumann und Feuerstein bestätigt wurde.

äther auf die Marke 505 ccm auf und filtriert sofort durch ein Faltenfilter in eine Stöpselflasche. Zur Titration verwendet man 100 ccm des filtrierten Auszuges, entsprechend 2 g des lufttrocknen Hopfens. Man titriert mit $\frac{n}{10}$ alkoholischer Kalilauge, d. h. $\frac{n}{10}$ Lösung von Kalihydrat in 90 volumprozentigem Alkohol. Da sich die alkoholische Lauge mit dem Petroläther nicht mischt, so fügt man vor der Titration 80 ccm bis 96 prozentigen Alkohol zu. Als Indikator werden 10 Tropfen Phenolphtalein (1:100) verwendet. Man titriert bis die Flüssigkeit einen deutlichen Stich ins Rote zeigt. Vor der Berechnung muß die Menge Lauge ermittelt werden, die nötig ist, bis in der verwendeten Alkohol- und Petroläthermenge ein Farbenumschlag des Phenolphtaleins eintritt. Sie ist in Abzug zu bringen.

Die Bitterstoffe des Hopfens rechnet man in Hopfenbittersäure (Lupulinsäure = β-Bittersäure) um. Ein Molekül Alkali neutralisiert ein Molekül Lupulinsäure = 400. Multipliziert man die verbrauchten ccm der $\frac{n}{10}$ Kalilauge mit 0,04 so erhält man die Hopfenbittersäure in 100 ccm des Petroläthers; in den 500 ccm sind 5 mal soviel, herrührend von 10 g Hopfen, mithin in 100 g Hopfen, und zwar lufttrocknen, 10 mal mehr.

Beispiel: $x \cdot 0{,}04 \cdot 5 \cdot 10 = x \cdot 2$.

x = ccm alkoholische Kalilauge, die ausschließlich zur Neutralisation von 100 ccm des Petrolätherfiltrates gebraucht wurde.

Neumann (Wochenschr. f. Brauerei 1910) gibt ein Verfahren an, das sich von dem Lintner'schen nicht wesentlich unterscheidet. 6 g zerkleinerter Hopfen werden mit Petroläther von dem Siedepunkt 30—35 °C 6 Stunden am Rückflußkühler auf dem Wasserbad bei 40—45° C extrahiert.

Feuerstein (Wochenschr. f. Brauerei 1911) führt in einem Vortrag des Vereins deutscher Brauerei- und Mälzerei-Betriebschemiker aus, daß die vorangeführten Methoden zur Bestimmung der Hopfenbitterstoffe zwar keine Werte geben,

aber doch relative Zahlen, die brauchbar genug sind um sie beim Vergleich der einzelnen Hopfen heranziehen zu können, ja daß sie mit der wichtigste Wertfaktor zur Beurteilung des Hopfens sind.

Auf Grund sehr zahlreicher Versuche, um übereinstimmende und somit brauchbare Zahlen zur Bewertung verschiedener Hopfen zu erhalten, muß vorausgesetzt werden, daß der Hopfen in zerkleinertem Zustande mit Petroläther von 45—50 ° C Siedepunkt zu extrahieren ist. Sollte ein solcher nicht zu beschaffen sein, so ist eine Korrektur durch entsprechenden Zusatz von Benzin vorzunehmen. Die Extraktionsdauer beträgt 6 Stunden.

Feuerstein führt weiter aus, daß aus der Analyse des Hopfens auf Bitterstoffe die Dosierung der Hopfengabe im Sudhaus geregelt werden kann, somit ein stets gleicher Hopfengeschmack des Bieres sich erzielen läßt. Eventuell lassen sich auf diesem Weg auch Ersparnisse an Hopfen machen.

Die Hopfenbittersäuren nach Lermer und Bungener scheinen nicht identisch zu sein, wie aus weiteren Untersuchungen über diesen Körper von Lintner und Hayduk bewiesen wurde.

Nach den Forschungsergebnissen dieser wären zwei Hopfenbittersäuren zu unterscheiden, α-Hopfenbittersäure oder Humulon, wie sie von Hayduk aus dem α-Harz isoliert und von Lintner und Schnell (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1904, S. 666) und β-Hopfenbittersäure oder Lupulinsäure, die von Barth (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1900, S. 509) näher untersucht wurde.

Hopfenharze. Nach den Untersuchungen von Hayduk sind im Hopfen mindestens drei verschiedene Harze zu unterscheiden, und gerade diese Körper sind es, die den bitteren Geschmack der Hopfenauszüge bedingen.

Wenn Hopfen bei gewöhnlicher Temperatur mit Äther extrahiert, der Äther abdestilliert und der zurückbleibende Rückstand mit 90 prozentigem Alkohol in der Kälte behandelt wird, so bleibt ein weißes Pulver, Wachs (Myricin) zurück, das wegen

seiner vollständigen Unlöslichkeit in Wasser für die Brauerei ohne Bedeutung ist und daher nicht weiter untersucht wurde.

Aus der alkoholischen Lösung des Ätherextraktes fällte Hayduk mit einer alkoholischen Auflösung von essigsaurem Blei ein Weichharz aus, das er nach Entfernung von Blei durch Schwefelwasserstoff als α-Harz bezeichnete. Aus der von α-Harz befreiten Flüssigkeit wurden nach Entfernung des Bleies und nach dem Abdampfen zwei weitere Harze gewonnen. Der Rückstand wurde mit Petroläther ausgeschüttelt, ein Harz, β-Harz, löste sich darin auf, während γ-Harz in Petroläther unlöslich ist.

Das α-Harz, ein Weichharz, von zähflüssiger Konsistenz und hellrotbrauner Farbe ist fast geruchlos, besitzt aber einen äußerst intensiven und nachhaltig bitteren Geschmack. In Alkohol, Äther, Chloroform ist es leicht löslich, in Wasser nur in geringem Maße, aber die wässerige Lösung besitzt eine gelbliche Farbe und einen bitteren Geschmack. Von Brunnenwasser wird mehr davon gelöst; jedoch bei wiederholtem Kochen mit Wasser nimmt die Löslichkeit ab und erleidet eine Veränderung. Hayduk beobachtete drei harzige Umsetzungsprodukte.

Die ätherische Lösung dieses Harzes mit einer wässerigen Auflösung von Kupfervitriol geschüttelt wird gelbgrün gefärbt. Bleiazetat gibt einen weißen, Kupferazetat einen bläulichweißen Niederschlag.

Das β-Harz ist dem α-Harz sehr ähnlich, jedoch etwas dünnflüssiger; es besitzt einen starken hopfenartigen Geruch. Von dem α-Harz unterscheidet es sich dadurch, daß es mit Bleiazetat und Kupferazetat in alkoholischer Lösung keine Niederschläge gibt.

Das γ-Harz ist fest, spröde, von dunkelbrauner Farbe und vollständig geschmacklos. Es besitzt gleichfalls, wie die beiden anderen Harze, schwachsaure Eigenschaften. In Petroläther ist dieses, wie bereits erwähnt, unlöslich.

Hayduk nimmt an, daß das α- und β-Harz durch Oxydation aus zwei kristallisierenden Körpern vom Charakter

der Hopfenbittersäure enstehen, das γ-Harz hingegen aus dem Hopfenöl.

Die Hopfenharze erleiden beim Kochen eine gewisse Veränderung und führen zur Bildung neuer aromatischer Stoffe, die, wie Lintner (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1908, S. 528) anführt, das eigentliche beständige Aroma bilden, das auch dunklen Bieren eigen ist. Die Weichharze verleihen den Bieren, soweit sie in diese übergehen, den beliebten, angenehm bitteren Geschmack.

Nach Neumann (Wochenschr. f. Brauerei 1903, Seite 328) scheidet sich das α-Harz vorzugsweise bei der Gärung aus, und die Biere können erst nach der Ausscheidung des größten Teiles dieses Harzes einen edlen Geschmack zeigen.

Als wichtige Eigenschaft der Weichharze ist anzuführen, daß sie eine bedeutende antiseptische Wirkung haben und Spaltpilzgärungen zu hemmen vermögen.

Im frischen Hopfen wurden gefunden 17,8 % Ätherextrakt und darin: 4,8 % α-Harz, 8 % β-Harz, 5 % γ-Harz.

Gerbstoff. Gerbstoffe sind stickstofffreie organische Substanzen, die, im Wasser löslich, bitter, herbe schmecken. Sie haben den Charakter schwacher Säuren, geben mit Salzen der Schwermetalle in Wasser unlösliche Verbindungen, mit Eiweiß, Gelatine, Hausenblase gleichfalls unlösliche Verbindungen. Charakteristisch für die Gerbstoffe ist das Verhalten zu Eisenoxydsalzlösungen. Die einen geben einen schwarzblauen, andere einen dunkelgrünen Niederschlag, wonach man sie in eisenbläuende und eisengrünende Gerbstoffe einteilt.

Im Hopfen, besonders in den Doldenblättern, befindet sich ein eisengrünender Gerbstoff, dem vielfach eine große Bedeutung in der Brauerei zuerkannt wird. Man führt an, je gerbstoffreicher ein Hopfen ist, desto wertvoller sei er, weil dadurch beim Kochen der Würze mit Hopfen desto mehr Eiweißstoffe zum Gerinnen, zur Ausscheidung gelangen. Nach den Versuchen von Prior ist die Wirkung der Gerbstoffe im Hopfen nach dieser Richtung eine ganz geringe. Der Hopfen besitzt an und für sich eine unbedeutende Menge von Gerbstoff und

dann werden durch das Kochen der Würze ohnehin die gerinnbaren Eiweißstoffe zur Ausscheidung gebracht.

Nach Wagner enthält der Hopfen 3,17 bis 5,7 % Gerbstoff und hat Ähnlichkeit mit der Moringerbsäure aus Gelbholz. Nach Thausing schwankt der Gerbstoffgehalt des Hopfens zwischen 1,38 bis 5,13 %.

Etti extrahierte aus dem Hopfen, den er durch Behandeln mit Äther zunächst von den Harzen usw. befreit hatte, den Gerbstoff, den er als zusammengesetzten Äther betrachtet. Dieser Körper ist amorph, löst sich in heißem Wasser und verdünntem Alkohol, sehr leicht in Essigäther; Leimlösungen fällt er nicht. Durch Oxydation entsteht Phlobaphen, das Leimlösung fällt.

Hayduk hat sich mit der Untersuchung des Hopfengerbstoffes ebenfalls beschäftigt. Seine Untersuchungsresultate stimmen mit denen von Etti fast vollständig überein. Hayduk fand jedoch, daß der Gerbstoff mit tierischer Haut gefällt wird.

Alkaloide. Schon seit langer Zeit ist man der Überzeugung, daß im Hopfen eine narkotisch wirkende Substanz, ein Alkaloid, vorhanden ist, doch ist es bis jetzt nicht gelungen, einen derartigen Körper in vollständig reinem Zustande darzustellen.

Lermer erwähnt bei Besprechung der Bestandteile des Hopfens einen Stoff, der hierher gehört. Fraglicher Körper besteht aus weißen, schildartigen, mikroskopischen Kristallen, die beim Schmelzen schwach hornartig riechende Dämpfe entwickeln. Auch im Biere konnten sie nachgewiesen werden.

Grießmayer hat im Hopfen ein Alkaloid nachgewiesen, das er Lupulin nannte. Es stellt eine braungelbe Flüssigkeit dar, hat einen stark betäubenden, coniinähnlichen Geruch und zeigt die allgemeinen Alkaloidreaktionen. Auch aus bayrischen Bieren isolierte Grießmayer diesen Körper.

Williamson fand im wilden amerikanischen Hopfen ein Alkaloid, das er Hopein nannte und das Ladenburg als unreines Morphin erkannte. Das Alkaloid Hopein soll durch Amylalkohol in zwei verschiedene Körper zerlegt werden, von denen der eine mit Morphium identisch sein soll und Isomorphin genannt wird, der andere das reine Alkaloid Hopein sein soll.

Nach den neueren Untersuchungen scheint das Vorkommen des Alkaloids Hopein im Hopfen mehr als zweifelhaft. Greshoff hat nachgewiesen, daß der Hopfen ein flüchtiges Alkaloid enthält, das er jedoch nicht zum Kristallisieren bringen konnte.

Aufbewahrung und Konservierung des Hopfens. Der Hopfen erleidet bei der Aufbewahrung bald Veränderungen, wodurch dessen Wert wesentlich vermindert wird, ja der Hopfen geradezu unbrauchbar werden kann.

Vor allem muß der Hopfen gut ausgetrocknet werden. Frischer Hopfen von der Pflücke weg enthält einen Wassergehalt von 60 bis 70 %. Durch Ausbreiten des Hopfens in dünnen Schichten auf gewöhnlichen, gut ventilierten Böden oder auf eigenen Trockenhorden oder auf Hopfendarren unter Anwendung von künstlicher Wärme von 20 bis 25 ° C wird der Wassergehalt auf 12 bis 15 % vermindert. So getrockneter Hopfen kann dann in Säcken gepreßt und aufbewahrt werden. Bei der Aufbewahrung muß aber darauf gesehen werden, daß der Hopfenlagerraum trocken, kühl und dunkel ist. In manchen Brauereien werden leerstehende Lagerkellerabteilungen zum Aufbewahren benützt, indem der Hopfen in gut verpichten Fässern dahin verbracht wird.

Allein durch Trocknen und die angegebene Art der Aufbewahrung ist die Haltbarkeit des Hopfens doch nur eine beschränkte und wird der Hopfen schon nach einem Jahre bereits viel von seinen ursprünglichen guten Eigenschaften eingebüßt haben, nach längerer Zeit ganz wertlos werden.

Um diesen schädlichen Veränderungen des Hopfens so viel als möglich vorzubeugen, war man auf andere Konservierungsmittel bedacht. Als das wichtigste muß das Schwefeln bezeichnet werden.

Das Schwefeln des Hopfens geschieht meist in der Weise, daß der Hopfen auf Horden in nicht zu dicker Schicht aufgetragen wird. Unter den Horden wird in Schalen reiner Schwefel verbrannt, die schweflige Säure durchstreicht den Hopfen und wird größtenteils von diesem aufgenommen.

Zu starkes Schwefeln ist zu vermeiden; man rechnet auf

50 kg Hopfen etwa 1/2 bis 1 kg Schwefel. Vielfach wird das Schwefeln mit dem Trocknen verbunden.

Durch das Schwefeln wird die hygroskopische Eigenschaft des Hopfens vermindert, die Zersetzung der wertvollen Hopfenbestandteile verlangsamt, die Vegetation der Mikroorganismen zerstört oder doch sehr stark gehemmt, der Hopfen mehr trockener, gegen das Warmwerden geschützt, ohne daß seine Wirkung auf das Bier irgendwie nachteilig beeinflußt würde. Die schweflige Säure wird allmählich zu Schwefelsäure oxydiert und somit ist das Schwefeln ein zeitig begrenztes Konservierungsmittel.

So vorteilhaft das Schwefeln ohne Zweifel ist, so zeigt der Brauer dennoch geschwefeltem Hopfen gegenüber großes Mißtrauen, und nicht mit Unrecht. Wie bei der Farbe des Hopfens gesagt wurde, wird das Schwefeln nämlich auch benützt, um dem Hopfen, der durch irgendwelche Umstände gelitten hat, ein besseres Ansehen zu geben, um alten, verdorbenen Hopfen vermengt mit frischem Hopfen an den Mann zu bringen. Bei Verwendung eines derartigen Hopfens können freilich so manche unliebsame Erscheinungen in der Gärung und im fertigen Biere auftreten. Es sei auch hier erwähnt, daß es vorkommt, daß bei unvorsichtigem Schwefeln des Hopfens Schweefel in freiem Zustand in diesem vorhanden ist. Wird derartiger Hopfen verwendet, so entwickelt sich bei der Gärung Schwefelwasserstoff.

Man hat die verschiedensten Merkmale, um geschwefelten Hopfen von ungeschwefeltem zu unterscheiden, doch führen diese mehr oder weniger nur dann zu dem gewünschten Resultate, wenn man es mit einem frisch geschwefelten oder stark geschwefelten Hopfen zu tun hat. Ist der Hopfen bereits älter, oder wurde er nur schwach geschwefelt, oder wurde wirklich in betrügerischer Absicht geschwefelter Hopfen mit ungeschwefeltem, frischem, gutem Hopfen vermengt, so wird sich nur durch eine chemische Untersuchung die Schwefelung nachweisen lassen.

Zu dieser chemischen Prüfung empfiehlt sich das von Heidenreich angegebene, von Prior in nachstehender Weise modifizierte Verfahren: Etwa 10 g Hopfen werden in einem

ungefähr 500 ccm fassenden Kolben mit 200 ccm destilliertem Wasser 30 Minuten digeriert. Alsdann wird filtriert; von dem klaren Filtrat werden etwa 50 ccm in ein kleines Kölbchen gebracht, 1,5 g reines, vor allem schwefelfreies Zink und 25 ccm reine Salzsäure vom spezifischem Gewicht 1,125 zugegeben. Die Öffnung des Kölbchens wird mit einem mäßig festgedrückten Wattpfropf, dessen in das Kölbchen hineinragendes Ende mit einer Lösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd befeuchtet ist, verschlossen. Man kann auch in das Kölbchen einen mit basisch-essigsaurer Bleilösung getränkten Streifen Filtrierpapier hineinhängen.

Das Verfahren beruht auf der Überführung der schwefligen Säure durch naszierenden Wasserstoff in Schwefelwasserstoff und der charakteristischen Reaktion von Schwefelwasserstoff auf die Bleilösung. Das untere Ende des Wattpfropfens oder der Streifen Filtrierpapier werden sich nach dem Grade der Schwefelung gelb, braun, stark braun, schwarz färben.

Eine Versuchsdauer von 20 Minuten genügt. Diese über 30 Minuten auszudehnen geht nicht an, weil man die Erfahrung gemacht hat, daß bei längerer Dauer auch ungeschwefelter Hopfen infolge Zersetzung der Eiweißkörper obige Reaktion gibt. Besonders muß darauf bei der Prüfung einer Gerste auf Schwefelung Rücksicht genommen werden, damit jegliche Täuschung ausgeschlossen bleibt.

Um den Hopfen auf freien Schwefel zu prüfen, gibt Windisch folgendes Mittel an: Hopfen wird in einem Erlenmeyerkolben mit frischer, dickbreiiger Hefe vermischt und stehen gelassen. Das sich entwickelnde Gas läßt man in gleicher Weise, wie vorher angeführt, auf einen Wattpfropfen oder Filtrierpapier einwirken und es wird sich der Nachweis von Schwefelwasserstoff, dessen Bildung durch Einwirkung eines Bestandteiles der Hefe, des Philothions, auf den Schwefel zurückzuführen ist, liefern lassen. Tritt Bräunung oder Schwärzung ein, so ist im Hopfen freier Schwefel.

Ein anderes Konservierungsmittel ist die sog. Büchsenkonservierung. Es ist bereits gesagt worden, daß durch das

Schwefeln der Hopfen nur für eine kürzere Zeit konserviert werden kann. Bei der üblichen Aufbewahrung des Hopfens in Säcken ist der Luftzutritt zu wenig abgehalten und selbst auch dann, wenn Doppelsäcke benützt werden. Die Luft ist aber der eine wichtige Faktor, der die Hopfenqualität rasch benachteiligt. Um nun den Hopfen vor Luftzutritt zu schützen, macht man heutzutage hauptsächlich von der Büchsenkonservierung Gebrauch. In Büchsen aus Metall, Holz, Pappe wird der Hopfen, der meist zuvor auch noch geschwefelt wurde und gut getrocknet sein muß, festgepreßt. Hierauf setzt man den Deckel auf, der häufig auch noch mit einem Lufthahn versehen ist, um die Luft auszupumpen, und verlötet die Büchse luftdicht.

Die besten Konservierungsmittel sind Kälte und Trockenheit. Durch niedrige Temperaturen, nahe an 0° werden die chemischen und physiologischen Einflüsse, die das Verderben des Hopfens veranlassen, wirksam hintangehalten. Für Brauereien, die eine Eismaschine besitzen, ist das patentierte Humbsersche Verfahren zur Hopfenkonservierung sehr zu empfehlen. Es beruht auf der Aufbewahrung des in lose gestopften Ballen befindlichen Hopfens in einer Kammer, durch die mittels eines Ventilators in einer Kühlkammer auf niedrige Temperatur gebrachte und getrocknete Luft zirkuliert.

Ein auf diese Weise konservierter Hopfen läßt sich bei Aufbewahrung in kühlen Räumen längere Zeit, ja mehrere Jahre in gutem, brauchbarem Zustande erhalten.

Beim Einkauf und der Verwendung von Büchsenhopfen ist der Brauer noch mehr der Gefahr einer Täuschung ausgesetzt und ist hier äußerste Vorsicht geboten, da ja eine Wertschätzung solchen Hopfens nach den äußeren Eigenschaften fast gänzlich ausgeschlossen ist. Büchsenhopfen wird der Brauer daher nur von einer ihm bekannten, reellen Hopfenhandlung kaufen. Am vorteilhaftesten und sichersten dürfte es sein, beim Produzenten direkt einzukaufen und die genannten Konservierungsmittel selbst vorzunehmen.

Was die Hopfensurrogate anlangt — es werden eine große Anzahl von Bitterstoffen erwähnt, die als Hopfenersatz

Verwendung gefunden haben oder finden sollen —, so kann von einer Besprechung dieser abgesehen werden. Es ist bisher in keinem Biere ein derartiger Bitterstoff aufgefunden worden. Ferner finden sich in keinem dieser Bitterstoffe die sonstigen auf Klärung und Haltbarkeit der Biere günstig wirkenden Eigenschaften. Solche Biere würden ein anderes physikalisches Verhalten zeigen und sofort Verdacht erregen. Von einem finanziellen Vorteil kann auch keine Rede sein, außer bei enorm hohen Hopfenpreisen. Aber bei den heutzutage üblichen Konservierungsmitteln des Hopfens, wodurch Hopfen immer in großen Vorräten vorhanden ist, wird auch bei sehr ungünstigen Hopfenernten oder selbst in Mißjahren eine bedeutende Preisschwankung im Hopfen nicht mehr zu befürchten sein.

6. Die Hefe.

Unter Hefe versteht der Brauer jene niederen Organismen, mittels deren die Bierwürze in geistige Gärung, Alkoholgärung, versetzt wird. Die Hefe, der Gärungserreger, gehört zur Gruppe der Sproßpilze, Saccharomyceten. Reine Bierhefe besitzt den wissenschaftlichen Namen Saccharomyces cerevisiae.

Die Sproßpilze, Saccharomyceten, vermehren sich gewöhnlich durch Sprossung oder Knospung, indem sich an der Oberfläche einer Zelle eine Ausbuchtung bildet, die sich vergrößert und wenn sie die Größe der Mutterzelle erreicht hat, abschnürt. Unter gewissen Bedingungen kann sich eine Gruppe dieser Pilze, die echten Saccharomyceten, durch in der Zelle sich bildende Sporen vermehren. Ferner ist für gewisse Krankheitshefen charakteristisch die Kahmhautbildung.

Die Hefezelle besitzt eine kugelförmige, elliptische oder langgestreckte Form und ist von einer Membran umgeben. Der Zellinhalt besteht aus Protoplasma, in dem ein Kern, je nach dem Alter der Zelle auch größere oder kleinere Fetttröpfchen, eiweißartige Körper, eine oder mehrere Vakuolen, das sind Hohlräume mit flüssigem Zellsaft gefüllt, eingeschlossen liegen.

In der Brauerei unterscheidet man zwei Arten von Gärung, die Untergärung und Obergärung, für die auch verschiedene Heferassen verwendet werden (Ober- und Unterhefe s. Abb. 17 u. 18). Die Untergärung wird bei niedrigerer Temperatur 5 bis 9° C geführt. Die Gärung verläuft langsamer und die Hefe setzt sich am Boden des Gärgefäßes ab. Die Obergärung geht bei höherer Temperatur 15 bis 19° C und mehr vor sich. Diese Gärung ist rascher vollendet und die Hefe sammelt sich während der Gärung an der Oberfläche an; erst später setzt sie sich auch zu Boden.

Einen Unterschied dieser verschiedenen Heferassen kann man in der Regel darin finden, daß man bei der Oberhefe häufig Kolonien mehrerer miteinander verwachsener Sproßgenerationen findet, während bei der Unterhefe meist nur zwei Zellen miteinander verwachsen sind.

Die dickbreiige Masse, welche der Brauer zum Anstellen seiner Würze benützt, Satz, Zeug, Samenhefe oder kurzweg Hefe genannt, besteht größtenteils aus der Kulturhefe, Saccharomyces cerevisiae; allein es finden sich unter Umständen auch infolge von Infektion Spaltpilze und wilde Hefen vor, die zu unliebsamen Betriebsstörungen Veranlassung geben können. Gerade betreffs der wilden Hefen hat Hansen bewiesen, daß es Arten gibt, die im Bier Krankheiten hervorrufen können, sei es, daß der Geruch und der Geschmack der Biere schädlich beeinflußt wird, sei es, daß Biertrübungen auftreten.

Schon Hansen hat in der gewöhnlichen Samenhefe sechs verschiedene Arten von Saccharomyceten auf Grund der Feststellung der Bedingungen, unter denen Sporen- und Hautbildung eintritt, unterschieden, näher charakterisiert und sie als Saccharomyces cerevisiae I, S. Pastorianus I, S. Past. II, S. Past. III, S. ellipsoideus I, S. ellips. II bezeichnet.

Saccharomyces cerevisiae ist jene Hefenart, die in der Brauerei als Ober- und Unterhefe kultiviert wird; es ist dies der reine Biergärungspilz, während die anderen genannten

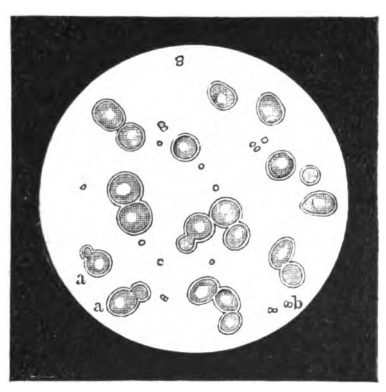


Abb. 17. Saccharomyces cerevisiae *Meyen*
(als Unterhefe während der Hauptgärung).
Die Vakuolen sind klein, das Protoplasma homogen. Bei a sind die durch Knospung entstehenden Tochterzellen noch nicht vollständig abgeschnürt. Zwischen den Hefezellen befinden sich Kugelbakterien (b).

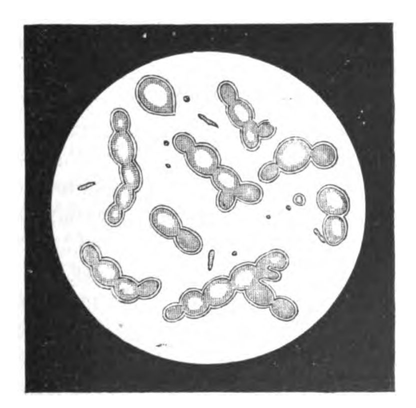


Abb. 18. Saccharomyces cerevisiae *Meyen*
(als Oberhefe nebst kleinen runden und stabförmigen Bakterien).
Da die in Würze und Bier sich ausscheidenden Eiweißkörper Verwechselungen mit Bakterien zulassen, so sind alle Bodensätze mit Kalilauge zu behandeln, welche die Eiweißkörper löst.

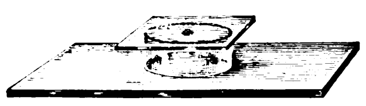
als wilde Hefen zu bezeichnensind, von denen Saccharomyces Pastorianus I und III, sowie Saccharomyces ellipsoideus II direkt schädlich sind.

Im Laufe der Jahre hat man außer den genannten Hefen noch zahlreiche andere Arten kennen gelernt, so daß die Zahl der Sproßpilze, die man heute genauer untersucht hat, mehrere Hundert beträgt. Glücklicherweise beschränkt sich eine schädliche Einwirkung auf das Bier nur auf ganz wenige Vertreter.

Bezüglich der verschiedenen Rassen der Kulturhefe sei auf S. 106 verwiesen.

Hefereinzucht nach Hansen. Unter reingezüchteter Hefe versteht man die von einer einzigen Zelle abstammende Hefe. Nach der von Hansen angegebenen Methode verfährt man zur Erzielung von Reinzuchthefe in folgender Weise:

Eine kleine Menge junger, kräftig vegetierender Hefezellen bringt man in ein kleines Kölbchen, das so viel sterilisiertes Wasser enthält, daß nach dem guten Vermischen der Hefe mit Wasser die Flüssigkeit schwach milchig trüb erscheint. Von dieser hefehaltigen Flüssigkeit wird mittels eines ausgeglühten Platindrahtes oder sterilen Glasstabes ein geringer Teil in verflüssigte Würzegelatine gebracht. Nach dem Verteilen der Hefezellen in der Würzegelatine breitet man einen Tropfen davon auf einem Deckglase flach aus. Die Würzegelatine wird bei gewöhnlicher Temperatur bald erstarren. Das Deckglas wird nun mit der darauf befindlichen Gelatineschicht nach unten gekehrt auf einen Glasring, der auf einem Objektglas festgekittet ist


Abb. 19. Feuchte Kammer von Böttcher.

und in dem sich etwas Wasser befindet (Böttchersche feuchte Kammer, Abb. 19), gelegt, nachdem der Ring zum Abdichten des Deckglases oben mit Vaselin bestrichen wurde.

Mit Hilfe eines Mikroskopes sucht man die Gelatine nach einzelnen, möglichst freiliegenden Hefezellen ab; markiert diese mittels des Objektmarkierers und beobachtet täglich deren

Wachstum. Nach einigen Tagen haben sich bei Zimmertemperatur aus den einzelnen Hefezellen Kolonien gebildet, die dann mit bloßem Auge sichtbar sind. Sobald dies der Fall ist, nimmt man mit einem Platindraht, der zuvor ausgeglüht wurde, die einzelnen markierten Kolonien ab und bringt sie, jede für sich, in einen Pasteur-Kolben (Abb. 20), der etwa $^1/_4$ Liter Inhalt faßt und in dem sterilisierte Würze vorhanden ist. Der Kolben bleibt nun ruhig bei Zimmertemperatur stehen. Nach 6 bis 8 Tagen hat sich die Hefe vermehrt und bildet einen beträchtlichen Bodensatz. Zur Beschleunigung der Zellenvermehrung kann man den Kolben auch in einen Thermostaten bei 25° C stellen.

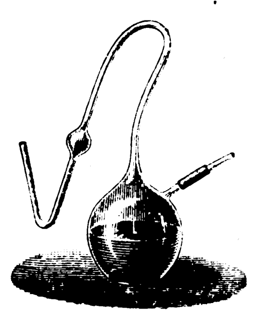


Abb. 20. Pasteur-Kolben.

Als neuere Methode, eine Reinzuchthefe zu gewinnen, ist auch noch zu nennen die Tröpfchenkultur nach Lindner, die einfacher in ihrer Durchführung sich gestaltet.

Nachdem man sich, wie nach der Hansenschen Methode, eine möglichst gleichmäßige Verdünnung der Hefe in Wasser hergestellt hat, wird ein kleiner Teil davon in sterile Würze übertragen und darin durch Umrühren gut verteilt. Dann wird eine sterile Zeichenfeder eingetaucht und damit auf ein Deckglas die Würze tröpfchenweise aufgetragen. Das Deckglas wird dann mit der Seite, auf der sich die Tröpfchen befinden, nach abwärts gerichtet und auf den Ring einer feuchten Kammer gelegt, wie oben.

Unter dem Mikroskop werden die einzelnen Tröpfchen der Reihe nach auf Hefezellen abgesucht und jene, in denen sich nur eine einzige Hefezelle befindet, markiert. Nach einigen Tagen, wenn die markierten Hefezellen sich zu Kolonien entwickelt haben, werden diese mit kleinen sterilen Filtrierpapierstückchen oder Glaskapillaren abgeimpft und wie oben in Pasteur-Kolben zur weiteren Vermehrung übertragen.

Die in dem Kolben nach der Gärung abgesetzte Hefe wird dann zum Zwecke der weiteren Vermehrung in einen größeren Pasteur-Kolben mit etwa einem Liter sterilisierter Würze gebracht. Die hier gebildete Hefe kommt in kupferne Gefäße, die nach dem Prinzipe der Pasteur-Kolben gemacht sind und zehn Liter fassen, oder man gibt die Hefe in einen Reinzuchtapparat, wie Hansen einen solchen zusammen mit Kühle konstruiert hat. Solche Apparate befinden sich in vielen größeren Brauereien in Verwendung, wie auch andere diesem Prinzipe nach ähnliche Apparate (siehe auch Seite 97).

Die bei diesem Reinzuchtverfahren gewonnene Hefe muß nun näher untersucht und geprüft werden. Da die verschiedenen Saccharomyzesarten an Gestalt, Form usw. mittels des Mikroskopes nicht mit Sicherheit unterschieden werden können, so muß zur sichern Unterscheidung zwischen Kultur- und wilder Hefe die Sporenkultur nach dem von Hansen angegebenen Verfahren angelegt werden, um ein maßgebendes Untersuchungsresultat zu erhalten.

Zum Zwecke der Sporenbildung bringt man kräftige, junge Zellen, die man 24 Stunden bei 25 ° C in Würze kultiviert hat, auf kleine, sterilisierte Gipsblöcke. Diese befinden sich in zur Hälfte mit Wasser gefüllten, bedeckten Glasdosen. Dann setzt man die Hefe einer konstanten Temperatur von 25 ° C aus. Wenn sich nun nach 40 Stunden bei der Untersuchung der Hefe in keiner Zelle Sporenbildung zeigt, so ist die Hefe reine Kulturhefe und wilde Hefe ist nicht vorhanden.

Diese Art der Hefenanalyse wird ausgeführt mit der Hefe, die sich in den kleinen Pasteur-Kolben gebildet hat. Wenn das Untersuchungsresultat nicht in jeder Beziehung entsprechen sollte, so müßte von einer weiteren Vermehrung der betreffenden Hefe Abstand genommen werden.

Will eine Brauerei reingezüchtete Hefe in ihrem Betriebe einführen, so ist es nicht gleichgültig, aus welcher Betriebshefe eine Zelle ausgewählt und nach dem oben angeführten Verfahren weiter vermehrt wird, bis jene Menge von Hefe gewonnen ist, die zum Anstellen der Würze eines Betriebs-

bottichs bzw. der Würze eines Sudes notwendig ist. Es ist ja bekannt, daß die Bierhefen von verschiedener Herkunft auch in der Regel zu verschiedenen Gärungserscheinungen Veranlassung geben. Gär- und Klärdauer, Art der Kräusenbildung, Vergärungsgrad, Geruch und Geschmack der Biere sind von der Hefesorte ganz wesentlich beeinflußt.

Es wird sich deshalb bei Einführung von Reinzuchthefe ganz besonders empfehlen, nur aus der Betriebshefe, die sich in der betreffenden Brauerei nach jeder Hinsicht bewährt hat, eine Zelle auszuwählen und diese weiter zu vermehren. Dabei verfährt man nach Hansen am sichersten in der Weise, daß man aus einem Bottich von der Oberfläche der gärenden Würze bei Beginn der Gärung Hefe entnimmt. Man wird dadurch Hefe erhalten, die in der Hauptsache aus solchen Zellen besteht, die sich in der betreffenden Würze am vorteilhaftesten entwickeln.

Schon bei der Weiterführung in den größeren Pasteur-Kolben wird man sich auch überzeugen, ob die Hefe sich fest abgesetzt, das Bier vollständig glanzhell ist und einen angenehmen, reinen Geschmack besitzt.

Es ist selbstverständlich, daß die reingezüchtete Hefe im Betriebe je nach den Verhältnissen nach kürzerer oder längerer Zeit Infektion erleidet, d. h. mit wilder Hefe oder anderen Organismen wieder verunreinigt sein wird. Will man stets mit Reinzuchthefe arbeiten, so muß die Betriebshefe von Zeit zu Zeit durch neue Reinhefe ersetzt werden. Wollte man dies jedesmal nach dem oben in Kürze angegebenen Verfahren von Hansen tun, so wäre dies zu umständlich, ja geradezu unmöglich. Um dies auf einfacherem Wege zu erreichen, dazu dienen die Reinzuchtapparate, deren bereits Erwähnung geschah.

Hansen und Kühle konstruierten zunächst einen solchen Apparat zur Massenproduktion von reiner Hefe. Weitere derartige Apparate sind von Berg und Jörgensen, von Lindner, Wichmann u. a. konstruiert worden und finden sich bereits vielfach in Betrieb.

Es ist hier nicht möglich, auf eine ausführliche Beschreibung und Handhabung dieser Reinzuchtapparate einzugehen. In-

teressenten werden von den Bezugsfirmen die nötigen Aufschlüsse erhalten.

Auch die Hefe im Reinzuchtapparat wird zeitweise auf Sporenbildung in der oben angegebenen Weise oder auf das Vorhandensein von Bakterien zu prüfen sein, um sich die Überzeugung zu verschaffen, daß sie frei von Infektion ist.

Natürliche Hefereinzucht von Delbrück. Natürliche Reinzucht ist, wie Delbrück sagt, die Folge der sich durch die Rasseneigenschaften und die gesamten Kulturverhältnisse ergebenden Sonderung der Mikroorganismen, insbesondere der Hefenrassen voneinander. Der natürlichen Reinzucht steht gegenüber die künstliche, das ist die durch mechanische Mittel bewirkte Absonderung einer einzelnen Zelle und Weiterentwickelung dieser unter mechanischem Ausschluß der Infektion. Nur die künstliche Reinzucht führt zur absoluten Reinkultur; ihre Erkenntnis hat zur Voraussetzung die Kenntnis der Gesetze der natürlichen Reinzucht, denn nur jene gibt die Sicherheit der Rassenreinheit und die Möglichkeit der Identifizierung. Die natürliche Reinzucht kann die absolute Rassenreinheit ergeben, meistenteils werden aber nur Gruppen von Hefenrassen mit gleichartigen Eigenschaften abgesondert.

Delbrück sagt weiter, daß das System der natürlichen Reinzucht keineswegs bestimmt sein kann, jenes der künstlichen Reinzucht zu verdrängen, er möchte aber doch die Behauptung aufstellen, daß in seiner Ausführung die organische Weiterentwickelung der künstlichen Reinzucht steckt, daß, nachdem diese den Sieg definitiv in den Gärungsgewerben erlangt hat, nunmehr ihre Ergänzung durch die natürliche Platz zu greifen hat.

Die natürliche Reinzucht Delbrücks ist nichts Neues, sondern, wie er selbst erwähnt, nichts anderes als die in Gesetze umgestaltete Praxis oder die Erfahrungen der alten praktischen Braumeister nach wissenschaftlicher Erkenntnis in Regeln gefaßt.

Es ist eine längst bekannte Erfahrung der Praxis, daß nur die mittlere Schicht des im Gärbottich befindlichen Bodensatzes hauptsächlich aus Kulturhefe besteht. Dies ist die sog.

Betriebshefe, die zum Anstellen von frischer Würze und zur Weiterführung wieder benützt wird. Der Praktiker ist darauf bedacht, seine Hefe, die sich bewährt hat, rein zu erhalten und zu reinigen, soweit davon die Rede sein kann. Wenn ihm die Gärungserscheinungen nicht mehr befriedigen, so greift er zum Hefewechsel.

Die natürliche Hefereinzucht von Delbrück soll eine vorhandene Infektion der Betriebshefe beseitigen, den Hefewechsel vermeiden, indem auf die Gär- und Konkurrenzbedingungen der verschiedenen Hefearten Rücksicht zu nehmen sei.

Handelt es sich im gegebenen Falle auch nicht um Reinzucht im Sinne Hansens, die durch experimentelle Untersuchungen bewiesen wurde, so dürfte dadurch der Praxis doch ein Mittel an die Hand gegeben sein, die von Reinzucht stammende Hefe im Betrieb längere Zeit in ihren erwünschten günstigen Eigenschaften rein zu erhalten.

Die chemische Zusammensetzung der Hefe. C. v. Nägeli und O. Loew fanden in 100 Gewichtsteilen Hefe:

Zellulose und Pflanzenschleim		37 %
Proteinstoffe:		
Gewöhnliches Albumin	36 %	47 %
Leichtzersetzbare, dem Glutenkasein ähnliche Proteinstoffe	9 „	
Peptone durch Bleiessig fällbar .	2 „	
Fett		5 „
Asche		7 „
Extraktivstoffe usw.		4 „

Die Hefezellulose ist mit der Membran höherer Pflanzen nicht identisch, wenigstens fehlt ihr die charakteristische Reaktion für Zellulose, nämlich die Löslichkeit in Kupferoxydammoniak. Säuren verwandeln Hefezellulose in Zucker.

Die Proteinstoffe der Hefe. Der Gehalt der Hefe an stickstoffhaltigen Substanzen ist sehr bedeutend. Sie bestehen aus Eiweiß, Pepton, Amiden, Nukleinen und Enzymen. Stutzer fand:

Gesamtstickstoff . . . 8,648 %
Proteinstickstoff . . . 7,773 „
Nukleinstickstoff . . . 2,257 „

Es enthielten somit 100 Teile Stickstoff:
10,11 % Stickstoff in Form von Peptonen, Amiden usw.
63,80 „ „ „ „ „ Eiweiß
26,09 „ „ „ „ „ Nuklein

Der Aschengehalt der Hefe zeigt große Schwankungen. Als vorwiegende Bestandteile der Hefenasche sind Phosphorsäure und Kali vorhanden, dann folgen Magnesia und Kalk.

Zusammensetzung der Hefenasche:

	Bull Oberhefe	Lintner Münchner Unterhefe	Lintner Weihenstephaner Unterhefe
Phosphorsäure (P_2O_5)	54,7	48,19	54,31
Kali (K_2O)	35,2	38,45	26,07
Natron (Na_2O)	0,5	—	2,26
Magnesia (MgO)	4,1	5,80	6,34
Kalk (CaO)	4,5	2,85	7,58
Kieselsäure (SiO_2)	—	1,26	0,92
Schwefelsäure (SO_3)	—	0,62	0,31
Chlor (Cl)	0,1	—	—
Eisenoxyd (Fe_2O_3)	0,6	0,51	0,70

Bedingungen zur Ernährung und Entwickelung der Hefe. Die Hefe braucht zu ihrer Ernährung und Entwickelung Zucker, stickstoffhaltige Substanzen und Mineralstoffe.

Nach Pasteur wird bei der Gärung etwa ein Prozent des Zuckers zum Aufbau der Hefezellen verwendet.

Von den stickstoffhaltigen Substanzen sind besonders geeignet die Amide und Amidosäuren, ferner die Peptone und selbst Ammoniaksalze können bei entsprechender Zusammensetzung der Nährlösung zur Ernährung der Hefe dienen.

Von den Mineralstoffen haben als unentbehrlich zu gelten Phosphorsäure und Kali und weiter Magnesia, Kalk, Eisen und Schwefel.

Nährflüssigkeiten, welche die für die Entwickelung der Hefe notwendigen Stoffe in günstigen Verhältnissen enthalten, sind Bierwürze, Branntweinmaische, Traubensaft.

Allein die günstige Nährflüssigkeit ist nicht die einzige Bedingung für die Hefeentwickelung und die Gärung, auch die Temperatur der gärenden Flüssigkeit und der Sauerstoff der atmosphärischen Luft sind von Einfluß.

Als Temperaturoptimum, d. h. als jene Temperatur, bei welcher die größte Menge Zucker innerhalb der kürzesten Zeit unter sonst gleichen Bedingungen vergoren wird, liegt bei den meisten Hefearten zwischen 25 bis 30° C. Oberhalb und unterhalb dem Temperaturoptimum findet eine Verzögerung der Gärung statt, und zwar um so mehr, je mehr die Abweichung vom Temperaturoptimum beträgt. Bei 40° C kann eine vollständige Vergärung nicht mehr erzielt werden. Bei 47° C verlieren die meisten Hefen die Fähigkeit, Zucker zu vergären. Getötet wird die Hefe erst bei Temperaturen über 70° C. Niedrigeren Temperaturen gegenüber ist die Hefe widerstandsfähiger. Selbst bei Temperaturen nahe dem Gefrierpunkte hört die Gärung nicht vollständig auf, und läßt man die Hefe auch fest gefrieren, so wird sie dadurch keineswegs getötet, nur ist dafür zu sorgen, daß das Auftauen der gefrorenen Hefe ganz langsam vor sich geht.

Was den Einfluß des Sauerstoffs auf die Vermehrung und Gärtätigkeit der Hefe betrifft, so wissen wir heute, daß Sauerstoffzufuhr unter allen Umständen sowohl auf das Vermehrungsvermögen wie auch auf die Gärwirkung der Hefe günstig wirkt. Ihre Gärkraft ist daher um so höher, unter je vollkommeneren Lüftungsverhältnissen die Hefe wächst. Bei starker Lüftung wird bekanntlich auch der Vergärungsgrad erhöht. Delbrück macht darauf aufmerksam, daß durch rechtzeitige Lüftung auch auf Reinhaltung in der Entwickelung der Hefe gerechnet werden kann und deren Gärtätigkeit gesteigert wird.

Schädigende Einflüsse auf die Hefe. Die bei der Gärung auftretenden Gärungsprodukte sind an und für sich

nicht ohne Einfluß auf die Gärungsenergie und das Vermehrungsvermögen der Hefe.

Eine bedeutendere Zunahme des Alkohols schädigt die Hefe. Allerdings können die verschiedenen Heferassen infolge langjähriger Anpassung sehr verschieden große Alkoholmengen ertragen.

Die Vermehrung der Hefe wird unter der Einwirkung des gebildeten Alkohols eher gehindert als die Gärtätigkeit. Bei gleichgroßer Alkoholmenge ist die Schädigung der Hefe um so größer, je höher die Temperatur ist.

Die Wirkung der Kohlensäure auf die Entwickelung und Gärtätigkeit der Hefe wurde von Foth, später von Hansen, Ortloff u. a. studiert. Es konnte nicht nur eine Hemmung der Vermehrungstätigkeit der Hefe, sondern auch eine Herabsetzung ihrer Gärkraft beobachtet werden.

Welche Mengen Kohlensäure aber eine Hefe noch ertragen kann, bis sie sich weder vermehrt, noch Gärtätigkeit zeigt, wissen wir nicht.

Über das Verhalten verschiedener anderer Säuren gegen Hefe liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Säuren wirken immer nachteilig sowohl auf die Gärung, wie auf die Entwickelung der Hefe, doch ist der schädliche Einfluß bei den verschiedenen Säuren verschieden stark. Von den organischen Säuren wirken sehr schädlich Buttersäure und Capronsäure, die schon in sehr geringer Menge die Hefe töten und die Gärung aufheben. Dann folgen Propionsäure, Ameisensäure und Essigsäure. Weinsäure wirkt nach Pasteur nur auf gewisse Hefen giftig. Die Kulturhefe ist weniger widerstandsfähig als die wilde Hefe. Hansen hat daher auf diesem Verhalten eine Methode zur Anreicherung wilder Hefe zu deren Nachweis in Kulturhefe begründet. Von der Milchsäure weiß man, daß geringe Mengen (0,5 %) vorteilhaft wirken und erst bedeutende Mengen (3,5 %) die Gärung sistieren. Salizylsäure und Oxalsäure sind starke Hefengifte.

Von den anorganischen Säuren wirken schweflige Säure und ihre Salze sowie die unterchlorige Säure als sehr starke

Hefengifte; Salzsäure, Schwefelsäure, Flußsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure sind in geringen Konzentrationen geradezu als Reizmittel für die Zellenvermehrung und Gärtätigkeit der Hefe anzusprechen, da sie die Hefe vor dem Überhandnehmen von Bakterien schützen; in größeren Mengen wirken sie giftig. In neuester Zeit wird durch die Erfahrungen von Petit u. a. zur Reinigung der Hefe und zu ihrer Kräftigung mit Erfolg Phosphorsäure angewendet.

Biernacki hat das Verhalten mehrerer antiseptischer Mittel gegenüber Hefe geprüft und kam zu folgenden Resultaten:

1. Alle antiseptischen Mittel besitzen die Eigenschaft, unter gewissen Bedingungen in kleinen Dosen die Alkoholgärung zu verstärken und zu beschleunigen.

2. Je kräftiger ein Mittel in den größeren Dosen gärungshemmend wirkt, desto mehr ist es bei geeigneter Verdünnung fähig, die Gärung zu verstärken.

3. Die Dosis, bei der eine Verstärkung der Alkoholgärung eintritt, ist unter anderem auch abhängig von der vorhandenen Hefemenge. Je größer die Hefemenge, um so stärker kann die Konzentration des Antiseptikums sein.

4. Scheinbar sind die organischen Körper fähig, die Gärung mehr zu verstärken als die unorganischen. Die Grenzen der Dosen, welche die Gärung hemmen, sind bei diesen breiter, also sind sie antifermentativ wirksamer als jene.

5. Es scheint, daß ein organischer Körper um so kräftiger antiseptisch wirkt, je reicher er an Kohlenstoff ist.

6. Dagegen ist in der Gruppe der Benzolderivate ein organisches Mittel um so schwächer, je mehr es Hydroxyle enthält.

7. Die Vereinigung mehrerer Antiseptika steigert die antifermentative Wirkung.

8. Die Kombination von organischen Körpern mit unorganischen ist kräftiger als die Vereinigung der verschiedenen organischen.

Sehr empfindlich ist die Hefe gegen die Einwirkung einiger Metalle. Lange bekannt ist die schädigende Wirkung von blankem Kupfer auf die Lebensfähigkeit der Hefe. Da wo

Hefe mit Kupfer längere Zeit in Berührung stehen würde, z. B. in Reinzuchtapparaten, sucht man die schädigende Wirkung des Kupfers durch Verzinnen aufzuheben. Auch Zink ist als ein starkes Hefegift zu bezeichnen. Gegen andere Metalle ist dagegen Hefe unempfindlich.

Auch physikalische Einflüsse verschiedener Art wirken auf das Leben und die Gärtätigkeit der Hefe ein. Gegen direktes Licht und intensive Beleuchtung sind die Hefen sehr empfindlich. Schwache Bewegung befördert die Hefevermehrung, während starke, langandauernde Bewegung verzögernd darauf einwirkt.

Enzyme der Hefe. Die Gärung wird, wie wir heute wissen, nicht bedingt durch die Lebenstätigkeit der Hefe, soweit diese sich durch deren Vermehrung kund gibt, sondern ist abhängig von dem Vorhandensein gewisser Enzyme oder Fermente in der Hefe.

Das wichtigste Enzym ist die von Buchner entdeckte Zymase oder Alkoholase, der die Bildung des Alkohols aus gärfähigen Zuckerarten (Dextrose) zuzuschreiben ist. Bei nicht direkt gärfähigen Zuckern treten Enzyme in Funktion, die diese erst in gärfähige Zucker spalten. Solche sind das Invertin oder die Invertase, die den Rohrzucker in je ein Molekül Glukose und Fruktose spaltet, nach der Gleichung:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6.$$

E. Fischer gelang es, das Enzym zu finden, das die Maltose gärungsfähig macht. Er nannte es Glykase, jetzt wird es als Maltase bezeichnet. Die Melibiose, die zur Unterscheidung von unter- und obergäriger Hefe eine große Bedeutung gewonnen hat, wird gespalten durch die Melibiase. Bei der Selbstgärung der Hefe spielt eine große Rolle die Glykogenase, von eiweißspaltenden Enzymen ist zu nennen die Endotryptase. De Rey-Pailhade hat ein Enzym entdeckt, die Hydrogenase, das elementaren Schwefel in Schwefelwasserstoff überzuführen vermag. Außerdem enthalten die Hefen neben einer Reihe anderer Enzyme auch Oxydasen und die Katalase.

Anforderungen an eine gute Brauhefe. Vor allem soll die Hefe rein sein, d. h. frei von wilder Hefe und Bakterien.

Durch ein fleißiges Beobachten der Hefe unter dem Mikroskope, wobei besonders die Größe, Form und Gleichmäßigkeit der Hefenzellen, die Beschaffenheit der Membran und des Protoplasmas, die Größe der Vakuolen, sowie die Abwesenheit anderer Organismen für die Güte entscheidend sind, läßt sich teilweise eine Hefe beurteilen. Eine sichere Handhabe zur Beurteilung der Reinheit einer Hefe, soweit es sich um den Nachweis einer Infektion durch wilde Hefe handelt, gibt nur die Sporenkultur, die nach den von Hansen vorgeschriebenen Bedingungen durchgeführt werden muß. Eine Brauhefe, die unter Einhaltung der angegebenen Bedingungen Zellen mit Sporen enthält, ist unbedingt zu verwerfen.

Eine gute Brauhefe soll eine schöne, gelblichweiße Farbe, einen angenehmen, reinen obstartigen Geruch, einen milden, wenig bitteren Geschmack besitzen. Wird Hefe in kaltes Wasser gebracht, so soll sie sich in diesem rasch, klumpig, kompakt absetzen. Die ausgehobene Hefe soll auf dem Löffel gleichsam brechen und in festen Klumpen von ihm herunterfallen. Ein wichtiges Kennzeichen ist ferner die Beschaffenheit der im Gärbottich abgesetzten Hefe. Diese soll in sehr fester Schicht abgelagert sein.

Gärversuche im kleinen geben Aufschluß über die Brauchbarkeit einer Hefe. Man wendet Kölbchen von etwa 100 bis 200 ccm Raumgehalt an, füllt sie bis zu $^2/_3$ mit klarer Würze an und kocht $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden, nachdem man vorher den Kolbenhals mit einem Wattepfropfen verschlossen hat. Die so vorbereiteten Kölbchen stellt man nach dem Erkalten in der Weise mit Hefe an, daß man kleine Hefemengen mittels eines Glasröhrchens oder eines Stückchens Platindraht unter den nur kurz gelüfteten Wattepfropfen fallen läßt und die Kolben sofort wieder sorgfältig verschließt. Dabei ist wesentlich, daß eine größere Anzahl von Parallelproben einer und derselben Probe aufgestellt werden, weil man nur dann eine Garantie für das Gelingen hat. Die Proben stellt man alle in einem gleichmäßig temperierten Zimmer oder sonstigen Raume am besten im Thermostaten bei 25° C zur Beobachtung auf. Da die normale Gärung von verschiedenen Faktoren bedingt ist, worunter hauptsächlich

die jeweilige Zusammensetzung der Nährlösung (Würze) und die Reinheit und die Lebensfähigkeit der Hefe von hervorragendem Einfluß sind, so müssen diese Momente bei allen Versuchen berücksichtigt werden. Der Vergärungsgrad der Würze nach vollendeter Gärung, die Abscheidung der Hefe, die Hefevermehrung, Klärung sowie Geruch und Geschmack des Bieres bieten Anhaltspunkte zur Beurteilung eines Zeuges.

Derartige Gärversuche können auch bis zu einem gewissen Grade Anhaltspunkte für die Erkennung der Heferasse bieten. Nach der Höhe des Endvergärungsgrades lassen sich die Hefen einteilen in:

1. Hefe Saaz, 2. Hefe Frohberg, 3. Hefe Logos.

Hefe Saaz besitzt einen bedeutend niedrigeren Vergärungsgrad als Hefe Frohberg und diese wiederum einen geringeren Vergärungsgrad als Hefe Logos, d. h. am Ende der Hauptgärung läßt die eine Hefe mehr oder weniger vergärbare Substanz in der Bierwürze unvergoren zurück. Stellt man die vorausbeschriebenen Gärversuche unter Verwendung von gleicher Würze an, so wird man nach dem Endvergärungsgrad angeben können, zu welcher Heferasse, ob zu der hoch- oder niedrigvergärenden die eine oder andere Hefe zu zählen sein wird.

Bestimmung der Gärkraft. Zur Ermittelung der Gärkraft einer Hefe sind von Meißl und Hayduk Methoden angegeben, nach denen die Gärkraft durch Wägung oder Messung der Kohlensäuremenge, die innerhalb einer gewissen Zeit aus einer bestimmten Zuckermenge und einer genau abgewogenen Menge Hefe sich entwickelt, ausgedrückt wird. Für die Beurteilung einer Brauereihefe ist die Bestimmung der Gärkraft von untergeordneter Bedeutung. Sie spielt dagegen bei der Beurteilung von Preßhefe eine große Rolle.

Aufbewahrung der Hefe. Soll Brauhefe nur für kurze Zeit, etwa von einem Sud zum anderen aufbewahrt werden, so genügt es, sie nach dem Durchseihen durch ein feines Haarsieb in der Zeugwanne mit kaltem Wasser tüchtig durchzurühren und dann ruhig stehen zu lassen. Nach einigen Stunden hat sich die Hefe abgesetzt, das Wasser wird nun ab-

gegossen, die oberste, aus Verunreinigungen und leichteren Hefenzellen bestehende Schicht entfernt und wieder frisches Wasser aufgegossen, so daß die Hefe mit Wasser bedeckt ist. In die Hefewanne setzt man einen flachen Eisschwimmer ein und stellt sie an einen kalten, reinen Ort.

Wenn dafür gesorgt wird, daß das Wasser, in dem die Hefe aufbewahrt wird, keine höhere Temperatur annimmt, als 2 bis 3°, so kann die Hefe anstandslos 2 bis 3 Tage aufbewahrt werden. Längere Aufbewahrung speziell bei höherer Temperatur schädigt die Gärkraft der Hefe.

Soll jedoch die Hefe längere Zeit aufbewahrt werden, so empfiehlt es sich, die Hefe in trocken gepreßtem Zustand entweder in den Säcken, in denen sie gepreßt wurde oder in Fässer oder Blechbüchsen eingestampft auf Eis zu legen. Bei luftdichtem Verschluß der Gefäße besitzt die Hefe in diesem Zustand eine Haltbarkeit von mehreren Monaten. Es ist nur bei der Wiederverwendung solcher gefrorener Hefe darauf zu achten, daß die Hefe langsam wieder aufgetaut wird.

Unter Zusatz von Konservierungsmitteln, von denen sich Holzstoff und Holzkohle besonders bewährt haben, kann künstlich getrocknete Hefe, wenn für Abschluß von Luft und Licht gesorgt wird, nach Will 10 Jahre lang sich lebend erhalten. Diese Art der Hefenkonservierung kommt für den Transport von Hefe in Tropengegenden und überhaupt für den überseeischen Transport in Frage.

Für letztere Art der Versendung wird in neuester Zeit auch Trockenhefe ohne Konservierungsmittel hergestellt. Die Hefe wird zu diesem Zweck bei niedriger Temperatur unter Einwirkung eines sterilen Luftstromes so getrocknet, daß sie eine vollkommen trockene, aus groben, eckigen Körnern bestehende Masse darstellt von graugelbem Aussehen und angenehmem Hefegeruch und Geschmack. Gegenüber der mit Konservierungsmitteln behandelten Hefe hat diese den Vorteil, daß sie direkt im Betrieb verwendet werden kann.

Reinzuchthefe wird nach Hansen am besten in 10prozentiger Rohrzuckerlösung aufbewahrt, in der sie, wenn ein Verdunsten

des Wassers hintangehalten wird, sich 10 Jahre lang ohne Veränderung ihrer physiologischen Eigenschaften lebensfähig erhält.

Hefe längere Zeit in dem von ihr erzeugten Bier zu belassen, ist mit schweren Schädigungen für sie verbunden und kann je nach der Empfindlichkeit der Rasse schon innerhalb weniger Monate zum Tode führen.

In Reinzuchtapparaten wird die Hefe in der Regel ein Jahr geführt, es muß jedoch dafür gesorgt werden, daß längstens alle 14 Tage das vergorene Bier abgelassen und durch neue Würze ersetzt wird. Ebenso ist es für das Gedeihen der Hefe im Reinzuchtapparat sehr förderlich, wenn von Zeit zu Zeit ein Teil der Hefe entfernt wird, um eine größere Ansammlung von toten Zellen und Ausscheidungsprodukten aus der Gärung zu vermeiden.

Unechte Saccharomyceten. Außer den echten Saccharomyceten finden sich in der Hefe, im Biere oder sonst im Betriebe nicht selten auch andere Sproßpilze, die jedoch keine inneren Sporen bilden. Nach neueren Erfahrungen erweisen sich diese durchweg als unschädlich für das Bier.

Hierher gehören die von Pasteur zuerst beschriebenen und mit dem Namen Torula belegten hefeartigen Formen. Hansen und in neuester Zeit Will hat diese näher erforscht und charakterisiert. Sie besitzen teils kugelige, teils gestreckte Formen und vermehren sich in den meisten Fällen nur durch Sprossung, selten durch Mycelbildung. Von den Torula-Arten ist bisher kein störender Einfluß auf Würze und Bier konstatiert worden.

Ferner ist hier zu erwähnen Saccharomyces apiculatus. Dieser Pilz findet sich hauptsächlich auf süßen Früchten; er ist durch seine zitronenförmigen Zellen charakteristisch. Häufig kommt er bei der Hauptgärung des Weines vor. Im Biere wird er hier und da im Herbst angetroffen, doch ist er ohne Bedeutung, da er von der Kulturhefe leicht unterdrückt wird. Krankheitserscheinungen im Biere sind durch ihn nicht beobachtet worden. Mycoderma cerevisiae und vini sind eben-

falls unechte Sproßpilze, die unter bestimmten Bedingungen im Biere aufgefunden werden. Charakteristisch sind sie dadurch, daß sie nur bei Luftzutritt sich entwickeln können und dann auf der Oberfläche des Bieres eine Haut bilden. Die Zellen sind meist langgestreckt und enthalten, zumal in den älteren Zellen, stark lichtbrechende Fetttröpfchen. Mycoderma cerevisiae gehört zu den bierschädlichen Organismen.

Spaltpilze.

Die Spaltpilze oder Bakterien sind die einfachsten Organismen. Ihre Vermehrung geschieht entweder durch Teilung, indem die Zellen durch eine Scheidewand in je zwei Tochterzellen gespalten werden, oder durch Bildung von Sporen.

Wichtig für den Brauer sind jene Spaltpilze, die Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure bilden, ferner die Termobakterien und die Bier-Sarcina (Pediococcus).

Milchsäuregärung. Als Erreger der Milchsäure kommen die Milchsäurebakterien in Betracht. Die im Brauereibetrieb vorkommenden Milchsäurebakterien gehören verschiedenen Arten an und stellen in der Regel Stäbchenbakterien aus der Gruppe der Kurz- und Langstäbchen dar. Charakteristisch für die Brauereimilchsäurebakterien ist ihre Eigenschaft, meist zu zweien zusammenhängend aufzutreten. Viele Arten sind ferner dadurch ausgezeichnet, daß die zusammenhängenden Stäbchen unter einem stumpfen Winkel zueinander geneigt sind. Einige Arten treten auch in Kettenform auf, wobei die Winkelstäbchen mehrfach geknickte Ketten bilden (Abb. 21).

Abb. 21. Milchsäurebakterien.

Die günstigste Temperatur für die Entwickelung der Milchsäurebakterien liegt bei 40 bis 50° C. Stehenlassen der Maische bei diesen Temperaturen hat z. B. gerne deren Sauerwerden zur Folge.

Die Biermilchsäurebakterien gedeihen dagegen noch sehr gut bei den niedrigen Temperaturen des Gär- und Lager-

kellers. Bei Luftabschluß entwickeln sie sich besser als bei Luftzutritt, weshalb sie im gespundeten Lagerfaß ganz besonders günstige Bedingungen für ihre Entwickelung antreffen.

Als Ausgangspunkt für die Milchsäurebildung sind vor allem die Zuckerarten der Maischen und Würzen anzusehen und unter diesen in erster Linie die Maltose. Für die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit der Milchsäurebakterien kommt außer der Milchsäurebildung auch die Fähigkeit mancher Milchsäurebakterien in Frage, Gärung zu erzeugen. Ferner ist bei der Beurteilung des Auftretens von Milchsäurebakterien auch das Verhalten dem Bier gegenüber zu berücksichtigen. Es gibt Milchsäurebakterien, die keinerlei äußere Veränderungen im Bier erzeugen und solche, denen Trübung, Flocken- oder Schleimbildung eigentümlich ist.

Während die Milchsäurebakterien in der Maische sehr schädlich werden und die Verzuckerungsfähigkeit der Maische teilweise oder ganz aufheben können, ist ihr Auftreten, solange es innerhalb geringer Grenzen bleibt, im Bier weniger zu fürchten. Im obergärigen Bier gehören Milchsäurebakterien sogar zu jenen Organismen, von deren Vorhandensein der Charakter des obergärigen Bieres mehr oder weniger abhängt. Es werden diesem Bier daher sogar neuerdings Milchsäurebakterien in Reinkultur zugesetzt.

Buttersäuregärung. Auch diese Art der Gärung wird durch verschiedene Arten von Spaltpilzen erzeugt. Das eigentliche Buttersäurebakterium (Clostridium butyricum, Abb. 22) stellt ein ziemlich kräftiges Stäbchenbakterium dar, das in längeren oder kürzeren Formen teils einzeln, teils zu zweien und mehr auftreten kann. Im Gegensatz zu den Milchsäurebakterien ist das Buttersäurebakterium ausgezeichnet durch die Fähigkeit der Sporenbildung. Dabei schwellen die Zellen an und bilden dann spindlige, zitronenförmige, ellipsoidische oder keulenartige Formen. Es kann sich, wie Pasteur feststellte, ohne Zutritt von Sauerstoff entwickeln. Die günstigste Temperatur für dessen Entwickelung liegt zwischen 30 und 40° C. Wenn auf Reinlichkeit gesehen wird, so können diese Bakterien nicht zur

Geltung kommen. Ihr Auftreten ist auf Maische und Würze beschränkt und wird z. B. begünstigt, ähnlich wie die Milchsäuerung der Maische, wenn die Maische längere Zeit bei den günstigen Entwickelungsbedingungen der Buttersäurebakterien stehen bleibt. Die Buttersäure wird vorzugsweise aus Dextrose und Dextrin, weniger aus Maltose gebildet und verleiht der Maische und Würze einen so intensiven, unangenehmen Geruch und Geschmack nach Buttersäure, daß deren Weiterverwendung ausgeschlossen bleibt. Im Bier können sich Buttersäurebakterien nicht entwickeln.

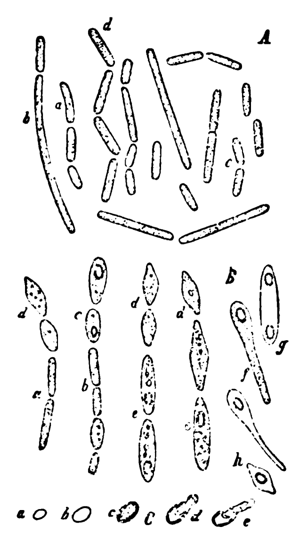


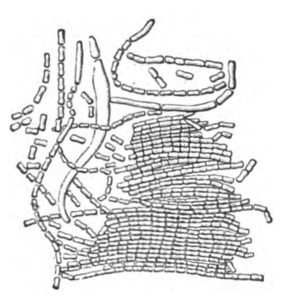
Abb. 22. Buttersäurebakterien.

Essigsäuregärung. Die Essigsäurebakterien sind für die Brauerei von großer Bedeutung. Im Biere findet sich immer, wenn auch in geringer Menge, Essigsäure, die zum Teil durch die oxydierende Tätigkeit der Essigsäurebakterien aus dem Alkohol gebildet wird.

Die meisten Essigbakterien sind Kurzstäbchen, für deren Auftreten Kettenbildung charakteristisch ist (Abb. 23). Als luftliebende Organismen können sie sich nur auf der Oberfläche des Bieres entwickeln, wo sie unter Zuhilfenahme des Luftsauerstoffs den Alkohol des Bieres zu Essigsäure oxydieren. Infolgedessen können sie im Brauereibetrieb nur überall da auftreten, wo das Bier längere Zeit mit der Luft in Berührung steht, z. B. in Lagerfässern, die lange Zeit mit großer Oberfläche offen stehen, bis sie gespundet werden, oder in solchen, an denen zu lange geschlaucht wird, bis sie voll sind. Auch in nur teilweise gefüllten Flaschen und Gebinden finden

die Essigsäurebakterien ihre günstigsten Entwickelungsbedingungen.

Das Optimum der Entwickelung der Essigbakterien liegt um 34° C, doch können sie sehr wohl auch bei niedrigeren Temperaturen, selbst bei denen des Gär- und Lagerkellers sich entwickeln, wenn sonst die Bedingungen dafür günstig sind.


Abb. 23. Essigsäurebakterien.

Unter bestimmten Bedingungen, so namentlich bei etwa 40° C, bilden die Essigbakterien merkwürdige, fadenförmige, bei manchen Arten mit bauchigen Auftreibungen versehene Formen, sog. Involutionsformen, die nur an einzelnen Stellen noch den Zusammenhang mit Essigbakterien erkennen lassen. In den von den Essigbakterien gebildeten Kahmhäuten treten die Bakterien häufig in massenhaften Zusammenlagerungen unter Erzeugung von plattenartigen Gebilden auf (Abb. 23).

Nach Hansens Untersuchungen sind drei verschiedene Arten von Essigbakterien bekannt, die sich außer ihrer Form auch durch die in verschieden hohem Grade ihnen zukommende Fähigkeit, Involutionsformen zu bilden, unterscheiden lassen. Auch in ihrem chemischen Verhalten sind sie durch die Menge der gebildeten Essigsäure verschieden.

Termobakterien. Zu den Säurebakterien im weiteren Sinne sind auch die unter dem Sammelnamen Termobakterien zusammengefaßten Spaltpilze zu rechnen, Bakterien, die als Fäulniserreger bekannt sind und daher auch als Fäulnisbakterien bezeichnet werden.

Ihrer Form nach gehören sie zu den Kurzstäbchenbakterien und haben mit Essigsäurebakterien die größte Ähnlichkeit, von denen sie sich nur durch ihre Wachstumsverhältnisse unterscheiden. Sehr häufig sind die meist etwas gedrungenen,

ziemlich dicken Stäbchen zu zweien vereinigt, können aber auch Ketten bilden.

Die Termobakterien haben für den Brauer dadurch ein Interesse, daß sie die häufigsten Spaltpilze der Leitungen und der Würze darstellen. In dieser erzeugen sie, wenn sie in größerer Menge darin auftreten, einen charakteristischen, süßlichen an gekochten Sellerie erinnernden Geruch. Sie werden wegen ihres häufigen Vorkommens in Würze kurzerhand auch als Würzebakterien bezeichnet. Die Termobakterien stellen auch die häufigsten Bakterien des Wassers dar, weshalb sie auch als Wasserbakterien angesprochen werden. Die beste Temperatur, bei der sie sich entwickeln, liegt um 20° C. Die Termobakterien sind imstande, in Würze Gärung zu erzeugen und Säure zu bilden, weshalb Würze, die stark mit Termobakterien infiziert ist, auch einen höheren Säuregrad aufweist, als normale Würze.

Die Schädlichkeit der Termobakterien ist trotz ihrer starken Verbreitung nur gering, da diese Spaltpilze im Gegensatz zu den Milch- und Essigsäurebakterien gegen die Stoffwechselprodukte der Hefe außerordentlich empfindlich sind und schon kurze Zeit nach eingesetzter Gärung zugrunde gehen. Nur wenn sie durch irgendwelche Umstände überhand genommen haben, können sie sogar die Gärtätigkeit der Hefe beeinflussen.

I II III IV

Abb. 24. Sarcinaorganismen.
I eine Zelle, II zwei Zellen, III vier Zellen, IV acht Zellen.

Das Bier nimmt dann auch den unangenehmen süßlichen Selleriegeruch an.

Sarcinaorganismen (Abb. 24). Für den Brauereibetrieb spielen die echten Sarcinen, die Paketsarcinen keine große Rolle.

Es kommen wohl ab und zu solche in der Luft, in Kühlschiffwürze und im Wasser vor, doch sind diese ohne Belang, da sie bierschädlichen Charakter nicht besitzen, sondern bei der Gärung unterdrückt werden. Auch in sauren Maischen hat man eine Paketsarcina öfters beobachtet.

Größere Bedeutung besitzen dagegen die auch als Sarcina bezeichneten Spaltpilze aus der Gattung Pediococcus, unter denen sich echte Bierschädlinge befinden.

Während die echten oder Paketsarcinen in Form von paketartigen Ansammlungen von je acht Kokken auftreten, ist die charakteristische Form der Pediococcen die, daß nur vier einzelne Kokken in Quadratform nebeneinanderliegen, wobei alle Übergangsformen von zwei, drei und vier Kokken beobachtet werden können. Häufig liegen die Sarcinen auch zu größeren Haufen miteinander vereinigt.

Claussen hat zwei gefährliche Sarcina-(Pediococcus) Arten aus Bier isoliert; die eine der beiden Arten Ped. damnosus erzeugt keine Biertrübung, dagegen den für Sarcina-Infektionen charakteristischen Geruch und Geschmack. Die zweite Art Ped. perniciosus erzeugt gleichzeitig auch Biertrübung und ist daher als die gefährlichere der beiden Arten zu bezeichnen. Ebenso haben Lindner und Reichard krankheitserregende Pediococcen im Bier gefunden.

Die Bierpediococcen bilden auch Säure im Bier und entwickeln sich besonders günstig während der Nachgärung im Lagerkeller. In Hefe ist die Sarcina häufig anzutreffen. Die in Luft und Wasser vorkommenden Pediococcen haben sich als unschädlich für das Bier erwiesen. Eine hohe Hopfengabe verhindert die Ausbreitung der Sarcina-Infektion, weshalb helle Biere seltener sarcinakrank sind als dunkle. Nach Reichard und Riehl soll sarcinakrankes Bier durch Hopfenstopfen im Lagerfaß kurz vor dem Spunden sich verbessern lassen.

Schimmelpilze.

Auch Schimmelpilze können in der Brauerei, vor allem in der Mälzerei von großer Bedeutung sein und viel Schaden verursachen. Verschiedene Arten derselben finden sich auf dem Malz, auf dem Hopfen, an den Wänden der Gär- und Lagerkeller, an den Gärbottichen und Lagerfässern, im Innern der Gärbottiche und Lagerfässer, wenn diese längere Zeit

außer Betrieb sind und vor der Verwendung nicht genügend gereinigt werden.

Die verbreitetste Art unter den Schimmelpilzen ist Penicillium glaucum, Pinselschimmel (Abb. 25). Wenn ein Malzkorn verletzt wird, sieht man alsbald weiße Überzüge an der offenen Stelle auftreten. Diese Überzüge werden meist von den Myzelfäden des Pinselschimmels gebildet und werden mit der nach kurzer Zeit erfolgenden Bildung von Fruchtträgern bzw. Sporen blaugrün.

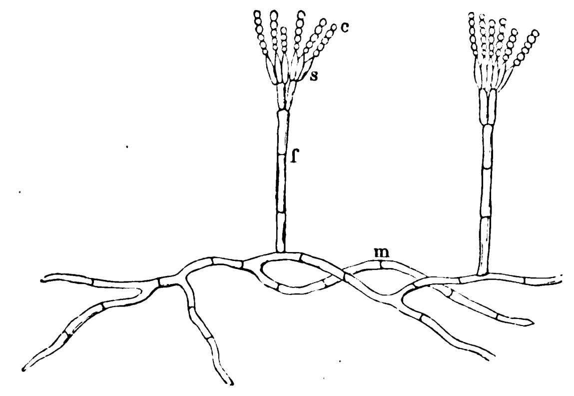


Abb. 25. Pinselschimmel (Pencillium glaucum)
m septierte Myzelfäden, f Fruchthyphen, s Sterigmen, c Konidien (Akrosporen).

Der Pinselschimmel ist auch der Erreger der als grablig, muffig oder kurz als Schimmelgeschmack und -Geruch bezeichneten Veränderungen.

Der Pinselschimmel ist der Träger mehrerer Enzyme, von denen namentlich Diastase, Maltase und Invertase genannt seien. Nach Rauscher und Lott gibt sich die Einwirkung des Pinselschimmels auf das Malz folgendermaßen zu erkennen:

1. Schimmeliges Malz liefert weniger Extrakt als normales Malz.

2. Das Verhältnis zwischen Zucker und Nichtzucker wird verkleinert.
3. Bier aus schimmeligem Malz vergärt weniger hoch.
4. Die Säuremenge in der Würze wird vergrößert.

Während Bier aus schimmeligem Malz nach Lott keinen Schimmelgeschmack annimmt, nimmt es nach Prior Schimmelgeschmack an, wenn es in einem schimmeligen Faß oder Keller lagert.

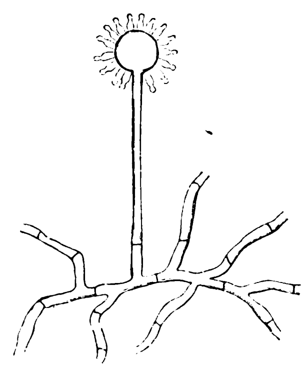


Abb. 26. Kolbenschimmel.
(Aspergillus glaucus.)
Die Sporen sind an den Sterigmen weggelassen.

Der **Kolbenschimmel**, Aspergillus glaucus (Abbild. 26), liebt nicht so feuchten Boden wie der Pinselschimmel. Das Myzelium des Kolbenschimmels ist weiß, die Hyphen sind reich gegliedert und verzweigt. Die Fruchtfäden sind einfach, selten oder gar nicht septiert, an der Spitze kolbig angeschwollen. Die Anschwellung ist ringsum mit Sterigmen besetzt, die die zahlreichen Konidien bilden. Nach dem Erscheinen der Sporen werden die Überzüge je nach der Art grün, grau, braun oder schwarz.

Die Kolbenschimmel sind viel weniger stark verbreitet als der Pinselschimmel, treten aber sonst an gleichen Standorten auf. Auch an warm gewordenen Hopfen ist er häufig zu finden, namentlich an den Spindeln.

Wie die Pinselschimmel sind auch die Kolbenschimmel durch ihren Enzymgehalt ausgezeichnet. Sie enthalten Diastase, Maltase, Invertase u. a. Der hohe Diastasegehalt wird bei einigen Arten sogar technisch ausgebeutet, so vor allem bei dem Asp. oryzae, dem Pilz der sog. japanischen Hefe zur Sake-Bereitung in Japan. Einige Arten besitzen die Fähigkeit, aus Zucker Oxalsäure zu bilden.

Der Kopfschimmel, Mucor (Abb. 27). Zu der Gattung **Mucor** gehören mehrere Arten, die in Brauereien als Schimmel und als sog. Kugelhefe vorkommen.

Mucor mucedo, der gemeine Kopfschimmel, kommt sehr häufig auf den Exkrementen der pflanzenfressenden Tiere, bisweilen auch auf dem Malze vor. Hier erscheinen die Myzel-

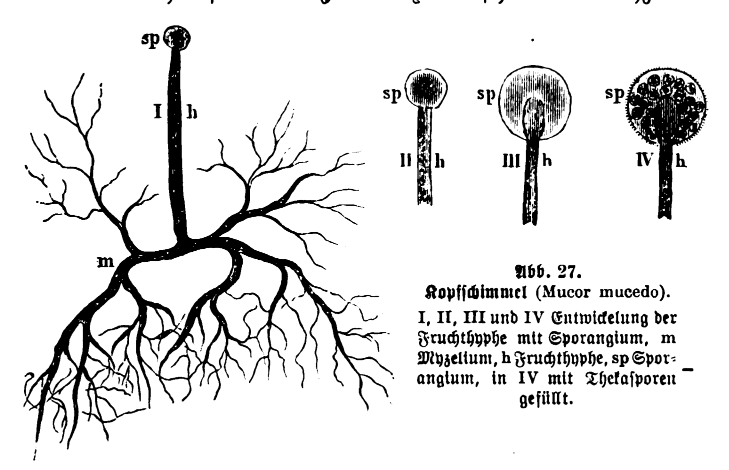


Abb. 27.
Kopfschimmel (Mucor mucedo).
I, II, III und IV Entwickelung der Fruchthyphe mit Sporangium, m Myzelium, h Fruchthyphe, sp Sporangium, in IV mit Thekasporen gefüllt.

fäden nicht so dicht wie beim Pinsel- und Kolbenschimmel, sondern viel lockerer. Das Myzelium ist sehr verzweigt und bis zur Bildung der Fruchthyphen einzellig. Die Fruchthyphen sind viel dicker als die Myzelfäden. Auf ihren Spitzen werden die Sporenbehälter abgeschnürt. Die Scheidewand wölbt sich danach stark aufwärts in das Sporangium hinein. Das Protoplasma des Sporangiums teilt sich in sehr viel kleine Teile, die sich abrunden und mit einer Haut umgeben. Sobald die Sporen reif sind, wird die Haut der Mutterzelle in Wasser oder anderen Flüssigkeiten löslich. Die Sporenfrucht ist braunschwarz.

Mucor stolonifer bildet lange Fäden, die aus dem Myzelium hervortreten und in einiger Entfernung zu einem

neuen Bildungsherd sich verzweigen. Die Fruchtträger sind zart, die Sporenfrüchte bräunlich bis schwarz.

Der Mucor stolonifer gehört zu den verbreitetsten Schimmelpilzen in der Mälzerei und wird dadurch besonders gefährlich, daß er infolge seiner eigentümlichen Verbreitungseinrichtungen in kürzester Zeit die ganzen Haufen überwächst. Er ist auch bemerkenswert dadurch, daß er in den befallenen Malzhaufen Temperatursteigerungen bis 35° C hervorruft. Überweiche und schlechte Kellerluft infolge ungenügender Ventilation begünstigt sein Auftreten. Er befällt nach Schnegg auch die Wurzeln des Grünmalzes und bringt sie unter gleichzeitiger Begünstigung starker Husarenbildung zum Absterben.

Mucor racemosus hat verzweigte Fruchthyphen mit gelblichen Sporangien.

Mucor circinelloides hat verzweigte Fruchthyphen, deren Äste sich bogig abwärts krümmen.

Die Kopfschimmel verursachen in Würzen unter Bildung von Kugelzellen (Mucor-Hefe) Alkoholgärung. Mucor circinelloides scheidet kein Invertin aus, während racemosus auch in Lösungen von reinem Rohrzucker Alkohol bildet.

Außer diesen genannten Schimmelpilzen finden sich auch noch andere in Brauereien, wie Fusarium, Botrytis, Monilia, Dematium pullulans usw.

Die Schimmelpilze sind im ganzen bei der Bierbereitung von geringerer Bedeutung, da selbst solche, die, wie erwähnt, Alkoholgärung bedingen, bei Vorhandensein von gärkräftiger Betriebshefe nicht zur Entwickelung kommen.

Zweiter Abschnitt.

Die Malzbereitung.

Der Zweck der Malzbereitung ist einerseits die Bildung von Enzymen, hauptsächlich der Diastase, jenes Enzyms, durch das beim Maischprozesse die Stärke in Zucker und Dextrin umgewandelt wird, andererseits die Herbeiführung der Lösung der stärkeführenden Zellen, welcher Vorgang als Auflösung bezeichnet wird und sich in der leichten Zerreiblichkeit des Mehlkörpers zeigt.

Hauptsächlich wird zur Malzbereitung Gerste verwendet, weil sie bei der Keimung die größte Menge von Diastase erzeugen läßt und die Herstellung von Gerstenmalz im allgemeinen billiger zu stehen kommt und mit weniger Schwierigkeiten verbunden ist.

Die Malzbereitung für Brauereizwecke umfaßt folgende Operationen:

Das Putzen, Sortieren und Waschen der Gerste.
Das Weichen der Gerste.
Die Keimung der Gerste.
Das Schwelken und Darren des Grünmalzes.

Putzen, Sortieren und Waschen der Gerste.

Das Putzen der Gerste hat den Zweck, die halben Körner, die fremden Samen, Staub und sonstige Verunreinigungen zu entfernen. Ist das Putzen der Gerste schon aus finanziellen Rücksichten geboten, so kommt vor allem in Betracht, daß gar nicht oder schlecht geputzte Gerste Unregel-

mäßigkeiten im Keimprozeß zur Folge haben muß, wodurch das Malz nachteilig beeinflußt wird. Eine gute Putzmaschine gehört zu den notwendigsten und wichtigsten Einrichtungsgegenständen einer Mälzerei, und die Auslagen für eine solche machen sich bald bezahlt.

Durch das Sortieren, durch die Verwendung von Sortiermaschinen will man eine Gleichmäßigkeit in der Größe und Beschaffenheit des Gerstenkornes erzielen. Es

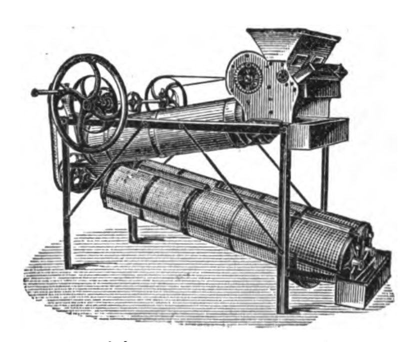


Fig. 28. Gerstenreinigungs- und Sortiermaschine von Steinecker.

Die Maschine besitzt einen sehr kräftig wirkenden Stoßwindventilator, der das leichtere Zeug in den Staubkasten, das schwerere in das sog. Spreukastl wirft. Die Trieurzylinder, die Halbkörner und Kugeln ausheben, sind mit eigentümlich geformten Zellen versehen. Die Anzahl der Zellen im Verhältnis zur Zylinderfläche ist sehr groß. Die Sortierzylinder sind für verschiedene Sortierung leicht zu regulieren. Am Ende der Sortierzylinder sitzen Steinzylinder, welche die gute Gerste durchfallen lassen und alle Beimengungen zurückbehalten.

ist dies von besonderer Wichtigkeit für den Verlauf des Keimprozesses. Ist bekannt, daß eine Mischung von verschiedenen Gerstensorten nicht zu Mälzungszwecken verwendet werden soll, da ja die verschiedenen Gerstensorten meist verschiedene Keimungsenergie besitzen und der Keimprozeß folglich unregelmäßig verlaufen müßte, so wird in gleicher Weise die Ungleichheit in der Größe des Kornes von nachteiligem Einfluß sein. Kleine Körner nehmen in der Regel im Weichstocke in kürzerer Zeit das nötige Wasser auf, als große. Bis

diese die genügende Weiche erhalten, kann bei jenen die Keimkraft bedeutend geschwächt oder gar zerstört sein.

Wenn gesagt ist, daß eine Vermischung von verschiedenen Gerstensorten nicht vorkommen soll, da Unregelmäßigkeiten im Weich- und Keimprozeß die Folge sein können, so wird dies jedoch nicht ganz und gar zu verhindern sein, weil die Menge aus den einzelnen Produktionsgegenden zu gering ist und man vom Händler auch ohne dies niemals genügende Garantie hat.

Sortierte Gerste, schwerere und leichtere, empfiehlt sich, jede für sich zu vermälzen. Wie weit die Verwendung sortierter Gerste noch zum Vermälzen rentabel ist, kann nur durch eine Probemälzung konstatiert werden.

Von einer eingehenden Besprechung der verschiedenen Gerstenputz- und Sortiermaschinen muß abgesehen werden, es sei nur bemerkt, daß von den meisten Maschinenfabriken derartige Apparate geliefert werden, die allen Anforderungen entsprechen. Diese Anforderungen sind kurz folgende:

1. Tadellose Reinigung und Sortierung;
2. Entsprechende Leistungsfähigkeit;
3. Möglichst geringer Kraftbedarf;
4. Vermeidung von Belästigung und ev. auch Betriebsstörungen durch Staub.

Seit mehreren Jahren sind in vielen Mälzereien sog. Gerstenwaschmaschinen in Verwendung. Durch diese will man die Gerste von Schmutz und Staub, die selbst durch die beste Putzmaschine nicht vollständig entfernt werden können, noch besser reinigen. Man hat auch gefunden, daß durch das Waschen das Spitzen des Haufens früher eintritt, der Malzhaufen einen gesünderen, frischeren Geruch entwickelt, selbst bei Verwendung verregneter, dumpf riechender Gerste. Solche Waschmaschinen sind nur zu empfehlen. In neuerer Zeit benützt man Einrichtungen, mittels derer beim Weichen Luft durch das Weichgut durchgeblasen, gepreßt wird. Das Waschen der Gerste geschieht entweder vor oder nach dem

Weichen oder, wie bei der Waschmaschine von **Steinecker**, während des Weichens. Diese besteht aus zwei Weichstöcken, von denen der eine tiefer steht als der andere. Zwischen beiden ist die Waschvorrichtung, eine Art Transporteur angebracht. Die Gerste kommt zunächst in den höher gelegenen Weichstock, und nachdem sie 21 bis 30 Stunden in diesem gelegen hat, durch die Waschvorrichtung in den tiefer gelegenen Weichstock, um da die Quellreife zu erhalten. In dem oberen Weichstocke wird der dem Gerstenkorn anhaftende Schmutz und Staub durchweicht und läßt sich dann leichter und vollständiger durch die Waschmaschine abreiben. Einen weiteren

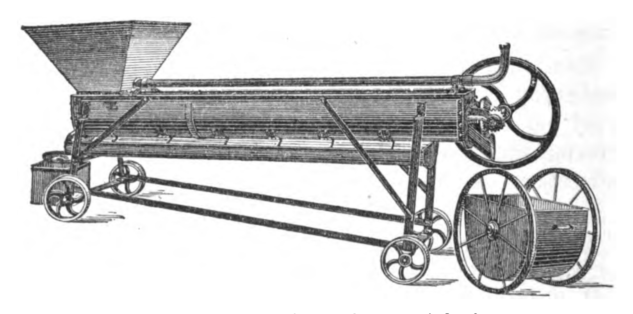


Abb. 29. Gerstenwaschmaschine von Steinecker.

Vorteil bietet diese Waschvorrichtung auch dadurch, daß die Gerste während des Weichens gemischt wird, wodurch ein gleichmäßigeres Weichen zu erwarten ist.

Außer genannter Waschmaschine hat man mit dem Gersten-Wasch-Weichapparat von Bergmüller, ausgeführt von der Maschinenfabrik A. **Vennleth & Ellenberger** in Darmstadt, sehr günstige Resultate erzielt.

Erwähnt seien in dieser Beziehung noch die Maschinenfabriken Bothner, Leipzig; Germania, vorm. Schwalbe & Sohn, Chemnitz; Topf & Söhne, Erfurt.

Das Weichen der Gerste.

Das Einweichen der Gerste hat den Zweck, ihr Wasser zuzuführen und gewisse Bestandteile aus dem Korn zu entfernen. Das Wasser ist einer der drei Hauptfaktoren, die für einen richtigen Verlauf des Keimprozesses maßgebend sind. Nur bei Vorhandensein genügender Menge Wasser werden jene Bestandteile im Samen in Lösung gebracht, die für die Ernährung des Keimlings erforderlich sind. Die Gerste enthält eine ziemliche Menge sog. Extraktivstoffe, die einen heftig bitteren Geschmack haben, der sich auch dem Biere mitteilen würde. Bei Entfernung dieser Extraktivstoffe durch das Weichen verliert die Gerste wohl auch nutzbare Bestandteile, organische und anorganische Stoffe, doch ist dieser Verlust nicht bedeutend, er beträgt selten mehr als 1,5 %.

Das Weichen der Gerste geschieht im Weich-Quellstock, in der Weiche. Zur Herstellung der Weichen werden die verschiedensten Materialien benutzt. In neuerer Zeit finden hauptsächlich eiserne Weichen, die in den verschiedensten Formen zur Ausführung kommen, Verwendung. Innen sind die eisernen Weichstöcke meist lackiert, oder mit einem Menniganstrich versehen, außen mit Oelfarbe angestrichen.

Am zweckmäßigsten werden die Weichen in einem eigenen, vor Frost geschützten Lokale aufgestellt, das in direkter Verbindung sowohl mit dem Gerstenboden wie auch mit den Malztennen steht, wodurch beim Einbringen der Gerste in den Weichstock und beim Herausschaffen der geweichten Gerste auf die Tenne an Zeit und Arbeit gespart wird.

Vielfach kommt es jedoch noch vor, daß die Weichen in der Tenne selbst aufgestellt sind. Es ist dies auch keineswegs so gefährlich, wie von mancher Seite geglaubt wird, zumal wenn sog. Staubsammler, wie solche in Verwendung sind, benutzt werden. Bei einer derartigen Aufstellung einer Weiche ist darauf Bedacht zu nehmen, daß diese, wenn möglich, so hoch gestellt wird, daß man mit einem Kippwagen anfahren kann.

Gewöhnlich verfährt man beim Einweichen in folgender Weise. In den Weichstock bringt man zunächst die notwendige Wassermenge und läßt dann die Gerste in kleinen Quantitäten in das Wasser einlaufen. Die Gerste wird mit Krücken gut durcheinandergerührt, um sie von Staub und Schmutz zu reinigen und um die tauben und sehr leichten Körner an die Oberfläche, zum Schwimmen zu bringen.

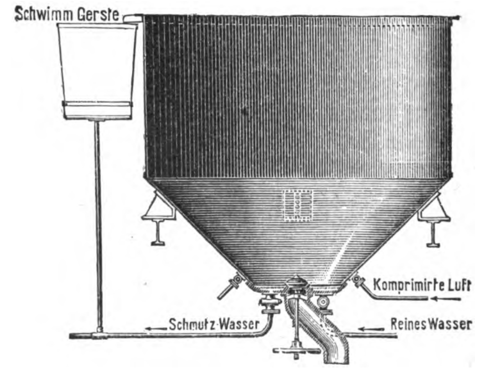


Abb. 30. Gerstenweiche von Steinecker.

Die Weiche ist rund und die untere Hälfte konisch mit flacher Schüssel, in welcher der Seihboden liegt. Diese Konstruktion hat den Vorteil, daß die Reinigung auf bequeme Weise geschehen kann. Der Seihboden ist leicht einzulegen und liegt gut auf. Der Wasserzulauf kann von unten und oben stattfinden. Oben ist ein Überlaufschnabel und ein abhebbarer Schwimmgerstenkasten angebracht.

Die schwimmenden Körner werden, nachdem der Weichstock gefüllt ist, in kurzen Zwischenräumen öfters untergetaucht, um die etwa vorhandenen guten Körner, die durch anhängende Luftblasen an der Oberfläche gehalten werden, zum Untersinken zu bringen. Hierauf wird dann nach etwa 2 bis 4 Stunden die Abschöpfgerste abgenommen. An den neueren, eisernen Weichen sind Überlaufgefäße angebracht. Von einer gut geputzten und sortierten Gerste wird die Menge der Abschöpfgerste nicht bedeutend sein, durchschnittlich etwa 1,25 Volumprozente

Das Weichwasser muß öfters gewechselt werden. Das Wasser entzieht nämlich der Gerste, wie schon bemerkt, verschiedene Stoffe, wodurch es gefärbt und bald einen unangenehmen Geruch annehmen würde, was von schädlichem Einfluß auf das Malz sein müßte. Dieses Wechseln des Wassers soll das erstemal schon ein paar Stunden nach dem Einweichen geschehen, weil das erste Wasser am meisten verunreinigt wird und am rascheſten einen üblen Geruch zeigt. Vorteilhaft wäre es, das unreine Wasser oben ab- und frisches Wasser unten zufließen zu lassen. Häufiges Wechseln des Weichwassers ist jedenfalls geboten, doch ob es alle 12 bis 24 Stunden zu geschehen hat, hängt von der Beschaffenheit und insbesondere von der Temperatur des Weichwassers, von der Qualität der Gerste usw. ab. Bei warmer Jahreszeit und warmem Wasser wird man das Weichwasser wegen der Pilze schon eher wechseln.

Wenn nun gesagt ist, daß häufiges Wechseln des Wassers notwendig ist, so ist doch zu bedenken, daß es nicht zu oft geschehen darf und daß es durchaus nicht empfehlenswert ist, ununterbrochen während des ganzen Weichprozesses Wasser durch den Weichstock laufen zu lassen. Das Wasser muß ja in solchen Fällen der Gerste eine größere Menge wertvoller Bestandteile entziehen. Störungen in der Gärung fehlerhafte Eigenschaften des Bieres im Lagerkeller und beim Ausstoß sind vielfach darauf zurückzuführen.

Weichdauer. Unter Weichdauer ist der Zeitraum zwischen Beendigung des Einweichens und Ablassen des letzten Weichwassers zu verstehen. Eine allgemein gültige Zeitangabe hierüber läßt sich nicht machen, weil die sog. Quellreife der Gerste, die im Weichstocke erreicht werden soll und wofür der Praktiker verschiedene Merkmale hat, abhängig ist:

1. von der Beschaffenheit der Gerste,

2. von der Temperatur und Beschaffenheit des Wassers.

Was die Beschaffenheit der Gerste betrifft, so ist darauf zu achten, daß dickhülsige, vollbauchige, speckige, harte, gut

nachgereifte Gerste zur Erlangung der richtigen Weiche längere Zeit braucht als dünnhülsige, schmale, mehlige weiche, ganz frische und auf dem Felde stark beregnete. Gekoppte und verletzte Gerste wird auch früher genügend geweicht sein und wird andernfalls leicht schimmelig.

Inwieweit die Temperatur und Beschaffenheit des Wassers maßgebend ist, so ist bekannt, daß die Wasseraufnahme im Weichstocke bei höherer Temperatur rascher erfolgt als bei niederer, mithin kaltes Wasser eine längere, warmes Wasser eine kürzere Weichdauer bedingt.

Als günstigste Wassertemperatur werden 9 bis 10° C angegeben. Ist das Weichwasser wesentlich kälter, so würde der Weichprozeß zu lange dauern. In diesem Falle empfiehlt es sich, die Temperatur auf die angegebene Höhe zu bringen.

Es ist auch schon empfohlen worden, in wärmeren Wasser (bis zu 20° C) einzuweichen, wodurch eine bedeutende Verkürzung der Weichdauer, die 48 Stunden nicht übersteigt, erzielt werden kann.

Windisch führt als besondere Vorteile hierfür an: Ersparnisse an Arbeit, geringeren Mälzungsschwand, höhere Malzausbeute, höheren Extraktgehalt des Malzes.

Es wird jedoch bemerkt, daß es zweckmäßig ist, die Temperaturerhöhung des Weichwassers allmählich von Grad zu Grad vorzunehmen und für das letzte Weichwasser eine Temperatur von 10 bis 12° C zu wählen.

Heißwasserweiche. Dieses Weichverfahren wurde in den letzten Jahren empfohlen. Es besteht darin, daß Gerste in Wasser von 45 bis 55° C eingeweicht und sofort mittels der Bothnerschen Lüftung und Wascheinrichtung $^1/_2$ Stunde kräftig durchgearbeitet wird. Hernach wird das Wasser abgelassen und kaltes Wasser zum Weichgut gegeben. Auch dieses Wasser wird bald wieder abgelassen um frisches zufließen zu lassen.

Nach erfolgter Abhebung der Schwimmgerste wird das Wasser wieder gewechselt, was dann weiter nach je 12 Stunden wiederholt wird. Vor dem Ausweichen bleibt das Weichgut 3 bis 4 Stunden ohne Wasser stehen.

Die Resultate, die durch dieses Weichverfahren gegenüber der sonst üblichen Behandlung der gleichen Gerste in der Weiche erzielt wurden, hatten besondere Unterschiede und Vorteile nicht ergeben. (Zeitschr. f. d. ges. Brauw. 1910, Nr. 31).

Dann kommt auch die Temperatur des Weichraumes in Betracht. Ist vorher gesagt, daß die Weichen in einem vor Frost geschützten Lokale sich befinden sollen, so ist anderseits auch darauf zu sehen, daß die Temperatur des Weichraumes nicht über 9 bis 10° C betragen soll. In einem Wasser, das wenig feste Substanzen gelöst enthält, das als weiches Wasser zu bezeichnen ist, tritt die Quellreife früher ein als im harten.

Eine Weichdauer von 48 bis 60 Stunden ist als kurze, eine von 60 bis 72 Stunden als mittlere, eine von 80 bis 100 Stunden als lange und eine von 100 bis 120 Stunden und darüber als sehr lange Weichdauer zu bezeichnen.

Die Weichdauer ist auch von Einfluß auf die Beschaffenheit des zu erzeugenden Malzes. Soll Malz erzeugt werden für dunklere, vollmundige Biere, so ist eine längere Weiche notwendig, um auf der Tenne eine kräftige Entwickelung der Wurzelkeime und des Blattkeimes zu erhalten, wodurch die Bildung von möglichst viel Diastase zusammenfällt. Aus solchem Grünmalze ist die Herstellung eines hocharomatischen Darrmalzes leichter erreichbar, ohne fürchten zu müssen, daß durch die hohe Abdarrtemperatur eine solche Menge der Diastase geschwächt oder zerstört würde, daß im Maischprozeß ein günstiger Abbau der Stärke zu Zucker und Dextrin nicht erzielt werden könnte. Will man Malz für lichte Biere, also weniger aromatische erzeugen, so gibt man kurze oder mittlere Weiche. Es wird sich Wurzel- und Blattkeim weniger stark entwickeln und folglich die Bildung der Diastase geringer sein. Allein bei Vorhandensein einer guten Auflösung schadet dies nicht, da ja auf der Darre bei Anwendung von niedrigeren Darrtemperaturen auch bedeutend weniger Diastase geschwächt und zerstört wird.

Behandlung der Gerste in der Weiche mit Kalkwasser. Die günstige Wirkung des Kalkwassers beruht nach Windisch darauf, daß die am Keimling sitzenden Pilzsporen getötet werden, mithin die Schimmelbildung auf der Tenne vermieden wird. Es empfiehlt sich, jede Gerste 4 bis 6 Stunden lang in der Weiche mit Kalkwasser zu behandeln. Hanter hat schon 1897 empfohlen, die einzuweichende Gerste mit 25prozentigem Kalkwasser 16 Stunden in Berührung zu lassen, hierauf die Gerste zu waschen und dann weiter zu verarbeiten. Jalowetz gibt auf Grund von Versuchen folgendes Verfahren an:

Man verwende nur klares Kalkwasser. Der Zusatz von Kalkwasser geschieht am zweckmäßigsten, daß nach dem Ablassen des ersten Weichwassers das Wasser durch Kalkwasser ersetzt wird und dieses 2 bis 4 Stunden im Weichstock bleibt. Nachher gibt man an dessen Stelle gewöhnliches Wasser.

Cerny empfiehlt Zusatz von Chlorkalk in den Weichbottich bis 10 g in einem Hektoliter gelöst und zu 50 Hektoliter Weichwasser zugesetzt. Nicht nur die absolute Keimungsenergie und Keimfähigkeit wird dadurch, zumal bei Verarbeitung beregneter, dumpfer Gerste, wesentlich erhöht, sondern auch das Wachstum ist viel gleichmäßiger.

Bei Verwendung von Chlorkalk ist große Vorsicht geboten, soll nicht der Geschmack des fertigen Malzes bzw. Bieres darunter leiden, die Hefe und somit der Gärverlauf nachteilig beeinflußt werden. Es wird zwar angeführt, daß bei der Gährung der penetrante Geschmack wieder verschwindet.

Luftwasserweiche. Nach diesem Verfahren liegt die Gerste nicht während der ganzen Weichdauer unter Wasser, sondern es ist ihr beim Wechseln des Wassers Gelegenheit gegeben, mit Luft längere Zeit in Berührung zu kommen, um dadurch die Benachteiligung, die das ständige Verweilen der Gerste unter Wasser mit sich bringt oder bringen kann, durch reichliche Sauerstoffaufnahme wieder auszugleichen. Es ist durch Versuche festgestellt worden, daß so behandelte Gerste

früher spitzt, spitzend auf die Tenne gebracht werden kann, wodurch eine Verkürzung der Vermälzungszeit erzielt wird. Auch wird die Gefahr des zu starken Weichens oder Überweichens mit ihren üblen Folgen vermieden. Als weiterer Vorteil wird angeführt, eine Verringerung des Mälzungsschwandes und somit eine dadurch bedingte Erhöhung der Malzausbeute und Extraktergiebigkeit des Malzes.

Diese Vorteile der Luftwasserweiche sind von vielen Seiten bestätigt worden, obwohl auch Stimmen laut geworden sind, die sie als unvorteilhaft erklären. Zur rationellen Durchführung der Luftwasserweiche werden verschiedene Apparate und Einrichtungen empfohlen.

Es soll nur das System Doornkart in Kürze beschrieben werden, das vielfach zur Anwendung kommt und sich bewährt hat.

Am Boden der Weiche — Trichterweiche oder Weiche mit flachem Boden, Windisch spricht sich beim Gebrauch der Luftwasserweiche mehr für eine Weiche mit flachem Boden aus — sind mehrere Lufteinströmungsdüsen eingesetzt für Zuführung von Druckluft; sie sind mit abhebbaren Steigrohren umgeben, die unten mit einer Schlitzöffnung und oben mit einer abnehmbaren Metallkappe versehen sind. Die durch die Düsen eintretende Druckluft saugt durch die Schlitzöffnungen Gerste und Wasser an, führt dieses Gemisch durch die Rohre nach oben und verteilt es in den Bottich. Dadurch findet eine vollkommene Durchmischung und Waschung des Maischgutes statt.

Für eine Weiche von 100 Zentnern sind etwa 12 Düsen nötig und der Druck beträgt $1/2$ bis $1\,1/2$ Atm.

Zum Zwecke der Lüftung des Maischgutes werden die Metallkappen in umgekehrter Weise aufgeschraubt, wodurch die oberen Enden der Steigrohre luftdicht abgeschlossen werden. Die durch die Düsen eintretende Luft gelangt durch die Schlitzöffnungen in das Weichgut, durchdringt es nach allen Seiten und entweicht oben. Ein gleichmäßiges Lüften des

ganzen Weichgutes und Hinwegführen der nachteiligen Kohlensäure wird auf diese Weise ermöglicht.

Die Doornkartschen Weichen können auf die verschiedenste Art benützt werden. Der günstige Erfolg ist abhängig von der Qualität der Gerste, von der Temperatur des Weichwassers und auch davon, daß die Gerste nicht zu früh und auch nicht zu lange gelüftet wird.

(Firma: Gögl & Sohn, Maschinenfabrik, München).

Die Merkmale, die benützt werden, um den richtigen Grad der Weiche, der Quellreife zu erkennen, und die auch meist zum richtigen Ziele führen, sind:

1. das Korn soll sich über den Fingernagel biegen und die Hülse soll sich dabei vom Korne ablösen (Nagelprobe);
2. drückt man die Spelzen des Kornes gegeneinander, so soll es nicht stechen (Stichprobe);
3. das Korn soll sich leicht zerbeißen und ohne großen Widerstand mit dem Nagel quer teilen lassen;
4. entzweigeschnitten oder zerrissen soll es im innersten Teil des Kornes einen trockenen Kern zeigen;
5. das quer zerteilte Korn soll einen kreideartigen Strich auf Holz machen.

Ein untrügliches Resultat über genügende Weiche (Vollweiche) geben diese Merkmale keineswegs. Bernreuter und Kumpfmüller haben einen Apparat angegeben, der in Kombination mit einer Getreidewage die Möglichkeit einer stets gleichen Weiche erzielen läßt. Es werden zunächst mit Hilfe des Apparates 200 g Gerste genau abgewogen, hierauf in einen durchlöcherten Zylinder gebracht und verschlossen in den Weichstock zu der eingeweichten Gerste gegeben, und zwar ist es angezeigt, jedesmal in der gleichen Höhe. Nimmt man nun an, daß die Gerste die nötige Weiche hat, so hebt man den Zylinder heraus, schleudert das mechanisch anhaftende Wasser ab und wiegt nun wieder den Zylinder mit Inhalt. Man findet auf diese Weise die Menge des aufgenommenen Wassers durch die Zeigerangabe an der Wage.

Gewiß ist dadurch möglich, daß man mit Hilfe dieses Apparates einen ganz bestimmten Prozentgehalt des aufgenommenen Wassers erreichen kann, doch etwa hierdurch den Weichgrad einer Gerste bestimmen zu wollen, geht nicht an. Man weiß ja, daß die einzelnen Gersten einen sehr verschiedenen Wassergehalt besitzen können (s. Gerste) und infolgedessen eine zu geringe oder zu starke Weiche nur zu häufig auf diesem Wege sich ergeben würde.

Die Weichdauer ist, wie erwähnt, sehr verschieden. Man wird jedoch für eine bestimmte Gerstensorte aus dem Resultate der erstmaligen Vermälzung unschwer den richtigen Weichgrad erzielen können. Vor allem ist darauf zu sehen, daß die Gerste nicht starke Weiche erhält, nicht zu viel Wasser aufnimmt. Dadurch wird das Wachstum der Gerste zu sehr beschleunigt, die Wurzelkeime entwickeln sich lange und kräftig, was mit einem Verlust an wertvollen Extraktivstoffen verbunden ist. Bei starker Weiche kommt es vor, daß eine größere Anzahl von Körnern überweicht sind, daß der Mehlkörper milchige Beschaffenheit zeigt. Solche Körner haben ihre Keimfähigkeit verloren, sie faulen und schimmeln auf der Tenne und verunreinigen das Malz.

Auch zu geringe Weiche ist zu vermeiden. Doch sind die Folgen einer zu geringen Weiche, die da sein können: frühzeitiges Abtrocknen und Welken der Keime, mangelhafte Auflockerung des Mehlkörpers, nicht so sehr zu fürchten, da dieser Fehler, wenn man merkt, daß der Haufen auf der Tenne zu trocken wird, in den allermeisten Fällen sich gutmachen läßt, indem man den Haufen mit Wasser besprengt, eine Art der sog. Nachweiche. Diese Nachweiche wird auch dadurch erzielt, daß die Gerste nach dem Ablassen des letzten Weichwassers nicht sofort auf die Tenne gebracht wird, sondern mehrere Stunden im Weichstocke liegen bleibt oder besser, daß sie auf der Tenne in einer Höhe von 20 bis 30 cm und noch höher bis zu 40 cm angefahren wird.

Der Wassergehalt der quellreifen Gerste darf 45 bis 48 % nicht übersteigen. Man kann annehmen, daß eine geweichte

Gerste, die bis über 48 % Wasser enthält, als überweicht zu betrachten ist und ihre Keimfähigkeit wesentlich abgenommen hat. Wohl ist dabei auch die Tenne zu berücksichtigen. Warme Tennen erleiden eine starke Weiche.

Der Weichstock muß, nachdem die Gerste entfernt ist, sorgfältig gewaschen und gereinigt werden, bevor von neuem eingeweicht wird. Anwendung von Kalkmilch von Zeit zu Zeit ist nur zu empfehlen.

Die Keimung der Gerste.

Es ist bereits erwähnt worden, daß das Wasser, das durch den Weichprozeß der Gerste zugeführt wird, der eine der drei Hauptfaktoren ist, der die Keimung anregt und für einen günstigen Verlauf des Keimprozesses maßgebend ist. Die beiden anderen Faktoren sind Wärme und Luft.

Keimung ist nur möglich, wenn ein bestimmtes Minimum von Wärme vorhanden ist, ein gewisses Maximum nicht überschritten wird. Haberland gibt speziell für Gerste als Minimum 3 bis 4,5 ° C, als Maximum 28 bis 30 ° C an. Je näher dem Temperaturminimum, desto langsamer muß der Keimprozeß verlaufen, je höher die Temperatur bis zu einer gewissen Grenze, dem Temperaturoptimum, das für Gerste bei 20 ° C liegt, desto rascher beginnt die Keimung und in desto kürzerer Zeit ist der Keimprozeß beendigt. In der Mälzerei ist nun darauf zu achten, daß durch zu niedrige Temperatur der Keimprozeß nicht allzusehr verzögert wird, andererseits aber darauf, daß er durch höhere Temperatur nicht zu sehr beschleunigt (forciert) wird. Hohe Temperaturen haben immer ein ungleichmäßiges Wachstum zur Folge, die Auflösung wie die Bildung der Diastase werden beeinträchtigt. Durch die starke Entwickelung der Wurzelkeime und durch die erhöhte Atmung des Kornes tritt ein bedeutender Verlust an nutzbaren Stoffen des Gerstenkornes durch Veratmung und Wanderung in die Wurzelkeime ein. Hohe Temperatur ist außerdem auch der Entwickelung der Pilzsporen, der

Schimmelbildung usw. günstig. Man muß darauf sehen, daß die Temperatur 15 bis 17° C nicht übersteigt. Bei diesen Temperaturen verläuft der Keimprozeß in günstiger, vollziehen sich die Umänderungen im Gerstenkorne in wünschenswerter Weise.

Wie Feuchtigkeit und gewisse Wärme, so ist für einen günstigen Verlauf der Keimung Luft, bzw. Sauerstoff der Luft unbedingt notwendig. Der Keimprozeß ist als eine Art Oxydations-Verbrennungsprozeß zu betrachten. Sauerstoff wird aufgenommen, als Oxydationsprodukte treten Kohlensäure und Wasser auf, wobei auch Wärme entwickelt wird. Genügende Luftzufuhr zum Keimgut durch Anbringung einer guten Ventilation im Malzkeller ist ein Haupterfordernis, soll der Keimprozeß einen günstigen Verlauf nehmen. Kohlensäure, die in größerer Menge vorhanden die Keimung schädigen und das Grün- und Darrmalz benachteiligen würde, muß durch entsprechende Ventilationsvorrichtung und Wenden des Keimgutes entfernt werden. Auch Schimmel und schlechter Geruch wird dadurch vermieden.

Diastasebildung und Lösung der Zellwände der Endospermzellen sind der Zweck und die wichtigsten Vorgänge bei der Malzbereitung.

Die Diastase wird bei der Keimung aus den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Gerstenkornes gebildet. Man wird nun annehmen können, daß eine Gerste, je stickstoffreicher sie ist, desto mehr Diastase zu bilden imstande sein wird. Dies ist jedoch nicht immer, ja oft das Gegenteil der Fall. Es ist die Menge der Diastase eines Malzes auch von der Behandlung der Gerste beim Keimprozeß wesentlich abhängig. Durch Untersuchungen von Brown und Morris wurde festgestellt, daß die Diastase ausschließlich im Aufsaugeepithel aus gewissen Nährstoffen des Embryo entsteht, was durch die Arbeit von Grüß widerlegt ist.

In neuerer Zeit wurde gefunden, daß ungekeimte Gerste auch schon ein diastatisches, stärkeumbildendes Enzym besitzt. Diese Gerstendiastase vermag zwar lösliche Stärke rasch in

Zucker zu verwandeln, aber auf gewöhnliche Stärke und Stärkekleister, auf die Stärke im Endosperm ist sie ohne Wirkung (s. Enzyme).

Die Malzdiastase, der die Eigenschaft zukommt, Stärke zu lösen und in Maltose überzuführen, Stärkekleister zu verflüssigen und zu verzuckern und die eben wegen dieser Eigenschaft beim Maischprozeß eine so bedeutungsvolle Rolle spielt, wird erst bei der Keimung gebildet.

Von den genannten englischen Forschern wird diese Diastase, die sich hauptsächlich an der unteren Endospermschicht vorfindet, Sekretionsdiastase genannt, während jene im Blattkeim und den Würzelchen enthaltene, zum Zwecke der leichteren Beförderung gebildete, Translokationsdiastase bezeichnet wird. Dies ist die Diastase der Gerste, die vorangeführte Eigenschaften besitzt.

Die Lösung der Zellwände der Endospermzellen beruht ebenfalls, wie bereits erwähnt, auf einem enzymatischen Prozesse. Infolge der Auflösung der Zellmembranen wird der Mehlkörper leicht zerreiblich. Auf eine möglichst vollkommene Auflösung des Mehlkörpers hat man bei der Malzbereitung Rücksicht zu nehmen. Es gilt diese als ein sehr wesentliches Kriterium für den günstigen Verlauf des Keimprozesses und als besonderes Kennzeichen, daß die Gerste hinreichend gekeimt hat, die stofflichen Veränderungen der Gerste sich in erwünschter Weise vollzogen haben. Die Auflösung ist abhängig von der Beschaffenheit der Gerste. Manche Gersten lösen sich viel leichter und rascher auf als andere. Weiter ist darauf von Einfluß die Behandlung der Gerste in der Weiche und während des Keimens. Sehr stark geweichte Gerste wird, wenn auch die Keimung bei niedriger Temperatur stattfindet, nie so lange auf der Tenne liegen bleiben dürfen, bis eine vollkommen befriedigende Auflösung erzielt wird; es würde bei einer großen Anzahl der Körner der Blattkeim zum Durchbruch kommen (Husaren).

Die Keimung geht entweder in einer sog. Malztenne vor sich oder in mechanisch-pneumatischen Keim-

apparaten. Jenes zurzeit noch meist in Verwendung kommende Verfahren bezeichnet man als Tennenmälzerei, dieses als mechanisch-pneumatische Mälzerei.

Tennenmälzerei. Eine gute Tenne ist eine unerläßliche Forderung für einen günstigen, gleichmäßigen Verlauf der Keimung.

Die Malztenne wird als gut zu bezeichnen sein, wenn sie eine gleichmäßig niedrige Temperatur von etwa 10 bis 12° C besitzt und für eine zweckentsprechende Ventilation gesorgt ist. Um eine gleichmäßig niedrige Temperatur zu haben, werden die Malztennen für gewöhnlich als Keller in die Erde gebaut und so der Einfluß der äußeren, sehr schwankenden Temperatur möglichst verhindert. Freilich ist diese Art der Tennenanlage nicht immer möglich, zumal in größeren Betrieben wegen Mangel an genügendem Raum. Es befinden sich in solchen Fällen die Tennen übereinander und der Temperatureinfluß von außen wird durch dicke Umfassungsmauern, mit oder ohne Isolierschicht versehen, abgehalten. Vielfach findet auch künstliche Kühlung der Tennen in der gleichen Weise wie bei Gär- und Lagerkellern Anwendung.

Die Ventilation wird dann zweckentsprechend sein, wenn für einen genügenden Luftwechsel gesorgt ist, ohne daß die Temperaturverhältnisse der Tenne und des Keimgutes in irgend einer Weise beeinflußt werden und dessen Austrocknen zu befürchten ist. Zu diesem Zwecke werden meist Luftkanäle im Mauerwerk in der Nähe des Fußbodens angebracht, die mit Schieber oder Klappen versehen sind, um die Luftzufuhr regulieren zu können. An der entgegengesetzten Seite nahe an der Decke des Kellers befinden sich kleine, gut verschließbare Fenster mit mattem Glas, um das Licht zu dämpfen. Um die äußere Temperatur möglichst abzuhalten, sind Läden oder Jalousien angebracht. In größeren Malzkellern sind besondere Dunstabzüge vorhanden, die in den Umfassungsmauern angebracht sind und entweder über dem Dache oder an den Außenwänden des oberen Stockwerkes ausmünden oder es wird die höchste Stelle der Tenne durch einen Kanal

mit einem in der Nähe befindlichen Rauchfang verbunden, der so als Ventilator wirkt.

Im Malzkeller ist die Beschaffenheit des Tennenbodens, jener Fläche, auf der die Gerste den Keimprozeß durchmacht, von großer Wichtigkeit. Der Boden soll dauerhaft sein, es soll ein gleichmäßiges Keimen der Gerste ermöglicht werden, es soll eine große Reinlichkeit aufrecht erhalten werden können. Als Tennenpflaster haben sich die Solnhofer Platten am besten bewährt. Kommt der Bezug solcher Platten zu teuer, so entspricht ein Tennenbeleg aus Portlandzement oder Asphalt vollkommen, vorausgesetzt, daß er sehr sorgfältig gemacht ist. Auch der Unterlage unter der Pflasterung ist Beachtung zu schenken. Es muß dafür gesorgt werden, daß sie dem Keimgut keine Feuchtigkeit entzieht, noch viel weniger, daß solche zu ihm treten kann. Die Unterlage muß die ganze Tennenfläche entlang gleichmäßig sein, weil ja sonst die Keimung ungleich sein müßte. Die Oberfläche der Tenne darf keine Unebenheiten haben, was gleichfalls zu ungleichem Wachstum Veranlassung geben könnte. Der Boden muß ein geringes Gefälle zum Ableitungskanal haben, damit das Spülwasser vollkommen abfließt. Um das Abstoßen des Verputzes beim Wenden des Keimgutes zu vermeiden, sollen die Wände, an denen der Haufen anliegt, mit Zement verputzt oder mit Steinplatten versehen sein. Im Malzkeller soll eine Wasserleitung vorhanden sein, damit immer genügend Wasser zur Reinigung der Tenne verwendet werden kann.

Der Malzkeller soll gewölbt sein und eine Höhe von 3 bis 4 Metern besitzen. Ein hoher, luftiger Malzkeller bietet dadurch Vorteile, daß die Luft immer etwas besser ist, die Temperatur sich nicht zu rasch und zu stark erhöht, der Einfluß der Außentemperatur nicht so sehr zur Geltung kommt.

Was die Größe der Malztennenfläche anlangt, so ist keineswegs vorteilhaft und für die Erzielung eines gleichmäßig gewachsenen Malzes geeignet, wenn diese sehr bedeutend ist. Mehr als 100 bis 150 hl trockene Gerste sollen auf

einer Tenne nicht zu liegen kommen. Für einen Hektoliter trockene Gerste ist etwa ein Tennenraum von 2 qm festzusetzen. Dabei ist wohl zu berücksichtigen, daß die Tenne in den wärmeren Monaten weniger stark belegt werden kann als in den kälteren.

Behandlung der Gerste auf der Tenne. Die quellreife Gerste wird, sobald das letzte Weichwasser abgelassen ist, gewöhnlich sofort auf die Tenne gebracht (Ausschießen in der Praxis genannt) und in einem Beet von 30 bis 50 cm Höhe zusammengesetzt (Naßhaufen) zum Zwecke der Nachweiche. Damit die an der Oberfläche befindlichen Körner nicht zu sehr austrocknen und die Feuchtigkeit gleichmäßig verteilt wird, muß der Naßhaufen alle 8 bis 10 Stunden gewendet, gewidert werden. Die weitere Behandlung der Gerste während der Keimung ist verschieden und dadurch wesentlich bedingt, ob man langes oder kurzes Gewächs erzielen will. Als langes Gewächs ist die Entwickelung des Wurzelkeimes zu bezeichnen, wenn die Wurzelkeime anderthalb bis doppelt so lang wie die Länge des Gerstenkornes sind. Haben die Wurzelkeime annähernd die Kornlänge, so spricht man von kurzem Gewächs. Dabei ist darauf zu achten, daß in beiden Fällen der Blattkeim mindestens $^2/_3$ bis $^3/_4$, am besten fast die ganze Kornlänge erreicht hat. Mit der geringeren oder stärkeren Entwickelung des Blattkeimes hängt die geringere oder größere Menge der Diastase im Grünmalze zusammen. Aus langgewachsenem, diastasereichem Malz läßt sich bekanntlich leichter ein hocharomatisches Darrmalz für dunkle, vollmundige, haltbare Biere erzeugen. Somit wird die Behandlung des Keimgutes auf der Tenne auch davon abhängig sein, welche Malzqualität man herstellen will.

In der Wochenschr. f. Brauerei, Jahrgang 1891, Nr. 27 findet sich der Vortrag von Delbrück, gehalten in der Generalversammlung des Vereins Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin über das Thema: „Der Einfluß der Tennenarbeit auf die Erzeugung bestimmter Malzqualitäten“ veröffentlicht. Leider gestattet der festgesetzte

Umfang dieses Buches nicht, näher auf die interessante Abhandlung einzugehen. Delbrück geht davon aus, daß für den Charakter eines Malzes die Zunahme des Zuckergehaltes beim Mälzen entscheidend sei. Aufgabe sei es nun, durch Versuche festzustellen, welche Faktoren eine Erhöhung des Zuckers herbeiführen können. Als solche werden angeführt: bestimmter Wassergehalt, bestimmte Temperatur und die Behandlung des Keimgutes. Gleichzeitig mit der Zuckerbildung während des Keimens geht durch den Lebensprozeß eine Zuckerzerstörung vor sich, die durch den Atmungsprozeß bedingt ist. Der Atmungsprozeß müsse folglich teilweise unterdrückt werden, damit der Zuckergehalt zunehmen könne. Dies sei der Fall bei bestimmter Temperatur. Bei 17,5° C sei eine Zunahme von einem Prozent Zucker nachgewiesen, bei höherer Temperatur (30° C) träte diese nicht ein. Dagegen könne bei fertigem Grünmalze durch einmalige Temperaturerhöhung der Zuckergehalt noch um ein bis zwei Prozent erhöht werden, wodurch der aromatische Charakter des Malzes bedingt werde.

Auf die Entwickelung der Wurzelkeime ist neben dem Weichgrad und der Temperatur des Keimgutes auch das seltenere oder häufigere Wenden des Haufens von Einfluß. Wird der Haufen oft gewendet, so bleiben die Wurzelkeime immer kürzer. Auch in dieser Beziehung sei auf den Vortrag von Delbrück, Wochenschr. f. Brauerei, Jahrgang 1891, Nr. 36: „Über die Beurteilung des Malzes aus der Beschaffenheit des Wurzelkeimes", hingewiesen.

Allein nicht nur die Art der Entwickelung der Keime ist maßgebend für die Beurteilung des Verlaufes der Keimung, sondern vor allem die sog. Auflösung, die Zerreiblichkeit des Mehlkörpers. Diese wird nur dann in gewünschter Weise eintreten, gute und nicht stark geweichte Gerste vorausgesetzt, wenn der Keimprozeß langsam, mithin bei verhältnismäßig niedriger Temperatur verläuft.

In der Praxis unterscheidet man zwischen Führung oder Arbeiten auf kalten oder warmen Schweiß. Die Führung

auf kalten Schweiß ist für Herstellung von Braumalz heutzutage das ausschließlich übliche Verfahren, während für Brennereimalz, wobei es sich um die Erzielung von möglichst viel Diastase im Malze handelt, die Führung auf warmen Schweiß meist Anwendung findet. Bei der Führung auf kalten Schweiß wird das Keimgut allmählich weniger hochgemacht, so daß, während der Naßhaufen, wie erwähnt, eine Höhe von 30 bis 50 cm besitzt, der Junghaufen nur mehr ungefähr 12 cm hoch und auch darunter liegt. Man sorgt, wenn möglich, dafür, daß die Temperatur im Keimgut 15° C nicht überschreitet; als Temperaturmaximum gelten 20 bis 22,5° C. Diese Art der Führung ist gleichbedeutend mit Ersparung von Extraktbildner im Malze, indem weniger Reservestoffe der Gerste, besonders Stärke gasifiziert und zur Bildung der Keime verwendet werden. Bei der Führung auf warmen Schweiß wird der Haufen nach und nach auf eine Höhe von 50 cm gebracht, wodurch sich das Keimgut stark erwärmt. Die Temperatur steigt auf 30° C und darüber. Die Wurzelkeime entwickeln sich sehr rasch und lang, es entsteht sog. Filzmalz. Bei jenem Verfahren dauert der Keimprozeß etwa sieben bis neun Tage, während er bei diesem in fünf Tagen beendigt ist, trotzdem aber einen größeren Substanzverlust zur Folge hat.

Unter Schweiß ist jene Feuchtigkeit zu verstehen, die sich während der Keimung bildet und sich auf den an der Oberfläche liegenden, etwas kälteren Körnern verdichtet.

Von sichtbarer Keimung spricht man, wenn etwa 18 bis 36 Stunden nach dem Ausschießen der Gerste am unteren Ende der Körner die Wurzelscheide in Form einer weißen Spitze hervortritt. Die Gerste spitzt, äugelt, der Haufen bricht sich (Brechhaufen). Werden später, nach einigen Stunden, die Zellen der Wurzelscheide zerrissen und zwei bis vier Würzelchen sichtbar, so nennt man dies das Gabeln der Gerste.

Mit dem Eintritt der Keimung beginnt eine Erwärmung des Haufens, eine Temperatursteigerung, und wenn man die obersten, mehr abgetrockneten Körner mit der Hand beiseite

schiebt, wird der sog. Schweiß sich zeigen. Die Temperatursteigerung wie die Schweißbildung nehmen mit dem Fortschreiten der Keimung zu und werden am intensivsten sein, wenn die Keimung in das Stadium des Junghaufens, des Wachshaufens getreten ist. Aufgabe des Mälzers wird es somit sein, eine zu rasche Temperatursteigerung, zu hohe Temperatur zu vermeiden. Das wird durch das Wenden, Widern des Haufens erreicht.

Durch das Wenden wird der Haufen von einer anfänglichen Höhe von 30 bis 50 cm allmählich dünner, auf 12 bis 10 cm, gelegt. Andererseits werden dadurch die Temperatur und die Feuchtigkeit im Keimgut ausgeglichen und wird ihm frische Luft zugeführt und Kohlensäure abgeführt, wodurch gleichmäßig gewachsenes Malz erzielt wird.

Das Wenden des Haufens darf nicht schablonenmäßig geschehen. Es lassen sich dafür auch keine allgemein gültigen Zeitangaben machen. Man kann annehmen, daß beim Brechhaufen das Wenden, eine Malzkellertemperatur von 7 bis 8° C vorausgesetzt, alle 6 bis 8 Stunden notwendig sein wird, während der Junghaufen innerhalb 4 bis 5 Stunden und selbst in noch kürzerer Zeit jedesmal gewendet werden muß. Der Althaufen, jenes Stadium des Keimprozesses, bei dem die Keimung schwächer geworden ist, der Haufen infolge der Länge der Wurzelkeime lockerer liegt und aus diesen Gründen die Temperatursteigerung weniger rasch und hoch sich zeigt, wird etwa alle 10 bis 12 Stunden gewendet.

Maßgebend hierfür, ob der Haufen zu wenden ist, sind die Schweißbildung und die Temperatur des Keimgutes. Die Schweißbildung muß stark sein. Ist sie als schwach zu bezeichnen, wenn die Temperatur im Haufen auch schon 12 bis 15° C zeigen sollte, so darf doch nicht gewidert werden, es muß der Haufen noch ein paar Stunden liegen bleiben Ist selbst nach dieser Zeit die Schweißbildung mangelhaft, während die Temperatur sich noch weiter erhöht hat, so fehlt es dem Keimgut an der genügenden Feuchtigkeit. Diesem Fehler, der bedingt sein kann durch einen zu geringen

Weichgrad der Gerste, durch einen zu trockenen, durchlässigen Tennenbeleg, durch eine zu luftige Tenne oder durch zu dünne Haufenführung, muß abgeholfen werden durch ein entsprechendes Bespritzen des Haufens mittels Gießkanne oder Benützung von sog. Nebelapparaten. Was die Temperatur des Keimgutes anlangt, so wird sie sich, bei Vorhandensein von günstiger Kellertemperatur, im Junghaufen nicht über 19 bis 20° C erhöhen. Beträgt jedoch in wärmeren Monaten die Kellertemperatur schon 12 bis 15° C, so wäre es ganz falsch, wollte man, um die Temperatur des Keimgutes nicht über 20° C gehen zu lassen, durch häufiges Widern die Temperatur erniedrigen. Der Haufen würde zu sehr austrocknen, der Keimprozeß früher unterbrochen werden, ehe noch eine gute Auflösung zu beobachten wäre.

Kann, wie aus dem vorhergehenden zu ersehen ist, die Zeit für das Wenden nicht im voraus festgesetzt werden, so hängt andererseits der gleichmäßige Verlauf des Keimprozesses und die gleichmäßige Beschaffenheit des erzielten Grünmalzes von einem geschickten, gewissenhaften Wenden des Haufens ab. Das Wenden des Haufens mit hölzernen, flachen Schaufeln geschieht in folgender Weise. Es werden zuerst vom Rande des Haufens die äußeren und daher am meisten abgetrockneten Körner mit der Schaufel abgehoben und in die Mitte des Haufens geworfen. Nach diesem Aufstechen, wie es in der Praxis genannt wird, erfolgt nun das Wenden, und zwar meist auf zwei Stiche. Der obere, kleinere Teil des Haufens wird mit dem ersten Stich abgehoben und beiseite gelegt, so daß dieser Teil die Unterlage des neuen Haufens bildet und die Körner, die vorher in der Mitte, auf den Boden, die, welche an der Oberfläche sich befanden, in die Mitte zu liegen kommen. Durch den zweiten Stich wird der übrige Teil möglichst vollkommen vom Boden weggenommen und, indem die Schaufel gedreht wird, auf den ersten Teil geworfen. Ist das ganze Keimgut gewendet, gewidert, so wird der neue Haufen an den Rändern aufgeschaufelt, aufgestochen, etwas höher gelegt, weil sich hier die Gerste infolge der größeren Luft-

zufuhr weniger erwärmt. Fehlerhaftes, nachlässiges Widern bringt mancherlei Nachteile mit sich. Die Oberfläche des Keimgutes soll nach dem Wenden vollständig eben sein. Oft kommt es vor, daß der Haufen an der einen Stelle dünner, an der andern höher liegt. Dies hat zur Folge, daß das Abtrocknen, das Erwärmen des Haufens ungleich ist, Wurzel- und Blattkeim in höher liegenden Partien entwickeln sich rascher, das Malz fällt ungleichmäßig gewachsen aus. Wird der Haufen auf der Tenne überhaupt zu dünn geführt oder wird zu oft und luftig gewidert, so trocknet das Keimgut zu sehr aus, die Schweißbildung ist, wie schon erwähnt, mangelhaft, die Auflösung des Malzes wird ungenügend sein. Wird andererseits der Haufen zu hoch geführt und zu selten oder schlecht gewidert, so erwärmt er sich zu stark, Wurzelkeime und Blattkeime entwickeln sich rasch, die Auflösung des Malzes ist nicht zufriedenstellend.

Unter luftigen Widern versteht man das Fliegenlassen des Keimgutes beim zweiten Schaufelstiche. Es ist diese Art des Widerns angezeigt, wenn der Haufen feucht ist und sich stark erwärmt hat. Die zwischen den Körnern befindliche Kohlensäure wird dadurch besser entfernt und der Haufen kommt lockerer zu liegen.

Als teilweiser Ersatz des Widerns wird seit einigen Jahren das Hacken und Pflügen des Keimgutes benützt. Die Vorteile dieser zwei Arten der Behandlung des Keimgutes sind einzig und allein das geringere Lüften und somit das Einschränken der Veratmung. Abwechselndes Hacken und Pflügen, solange der Haufen im Stadium des Brech- bzw. im Beginn des Junghaufens sich befindet, tut gute Dienste.

In einigen größeren Mälzereien und Brauereien werden in den letzten Jahren mechanische Grünmalzwender mit Erfolg benützt. Solche Wender liefern: die Maschinenfabrik Maffei in München, Patent Wörz & Eisner, die Maschinenfabrik Topf & Söhne in Erfurt, die Maschinenfabrik Offenbach a. M. Erwähnt sei auch der Tennenwender von Erlanger.

Läßt man das Keimgut längere Zeit ohne es zu wenden liegen, so entsteht ein Verfilzen, **Greifen des Malzes**. Die Ansichten über den Wert des Greifenlassens sind sehr verschieden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß das Greifenlassen am fünften oder sechsten Tage der Keimung für die Herstellung von hocharomatischem Malze nur vorteilhaft ist. Das Greifenlassen dürfte sich dann besonders empfehlen, wenn die Auflösung nicht entsprechend ist oder nicht bis zu den Spitzen geht. Freilich ist mit dem Greifenlassen ein größerer Verlust verbunden.

Schwierig ist es, einen gegriffenen Haufen zu widern. Es muß dafür gesorgt werden, daß die Bündel (Filzmalz) auseinanderkommen, der Haufen entsprechend **klargemacht** wird, weil sonst der Blattkeim zu weit sich entwickeln würde (Husaren) und auf der Darre leicht Glasmalzbildung eintritt. Benützung der Greifhauf-Schüttelgabel von Wörz & Eisner läßt dies vermeiden.

Weizenmalz.

Wie schon erwähnt, wird Weizenmalz zur Herstellung von Bier, und zwar hauptsächlich obergäriger Biere verwendet. Nicht jeder Weizen ist zur Malzbereitung geeignet. Kleinkörnige, milde Sorten von rötlicher oder rotgelber Farbe liefern meist mürbes Malz von besserer Auflösung und höherem Extraktgehalt.

Die Bereitung von Weizenmalz geschieht in gleicher Weise wie die von Gerstenmalz, nur ist dabei eine besondere Vorsicht notwendig, soll das Resultat in jeder Weise zufriedenstellend sein. Wegen der dünneren Hülse der Weizenkörner liegt die Gefahr von zu starker Weiche oder Überweiche sehr nahe; es empfiehlt sich daher im Weichstock weniger Weiche zu geben und auf der Tenne nach Bedarf nachzuweichen. Der Naßhaufen spitzt sehr bald und es tritt viel rascher lebhaftes Wachstum ein. Nur durch flacheres Führen des Wachshaufens und häufigeres Wenden läßt sich der Keimprozeß

etwas verzögern, wird das Warmwerden des Haufens, das eine starke Schimmelbildung und Säurezunahme zur Folge haben würde, vermieden. Beim Weizen tritt der Blattkeim am gleichen Ende hervor, an dem die Wurzelkeime sich zeigen, und zwar früher, als dies bei Gerste der Fall ist. Es ist deshalb nicht zu vermeiden und darf nicht vermieden werden, wenn man Weizenmalz von guter Auflösung erhalten will, daß der Blattkeim sichtbar wird. Um gute Auflösung zu erzielen, ist auch zu empfehlen, den Althaufen etwas greifen zu lassen. Der ganze Keimprozeß ist in etwa fünf Tagen beendigt und folgt dann vorsichtiges Trocknen und Darren bei niedriger Temperatur, 60 bis 75° C. Sowohl auf der Tenne wie auf der Darre ist dünneres Auftragen des Weizens angezeigt, weil er sich sehr zusammenlegt. Bei Weizenmalz wird ein Röstaroma nicht verlangt; man will es ja gebrauchen zur Herstellung von zuckerreichen und folglich hochvergährenden Würzen.

Prior gibt nachstehende Analyse eines Münchener Weizenmalzes an:

Wasser	4,49 %
Extrakt	79,00 „
Reduzierter Zucker im Extrakt	71,95 „
Verhältnis von Zucker zu Nichtzucker	1 : 0,3 „

Mechanisch-pneumatische Mälzerei.

Schon vor mehr als dreißig Jahren war man darauf bedacht, auch bei Grünmalzbereitung Maschinenkraft, wie dies in den verschiedenen Zweigen der Bierfabrikation der Fall ist, zur Anwendung zu bringen. Es sind verschiedene sog. mechanische Keimapparate konstruiert und empfohlen worden, allein keiner konnte sich in der Praxis dauernd einbürgern, obwohl über das eine und andere System günstige Erfahrungen in der Fachliteratur zu finden sind. Der Hauptgrund dürfte darin gelegen sein, daß sie ausschließlich nur

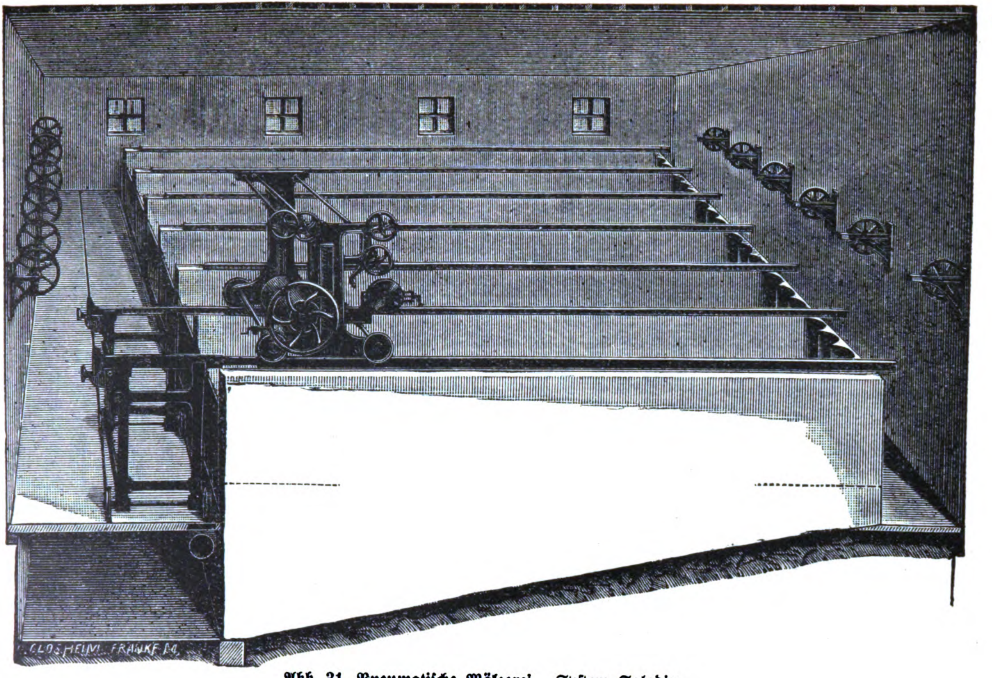


Abb. 31. Pneumatische Mälzerei. System Saladin.

einen Vorteil zu bieten vermochten, nämlich das Wenden des Keimgutes durch Maschinenkraft zu ersetzen, auf die richtige Einhaltung der Keimungsbedingungen aber, Temperatur, Feuchtigkeit, Luftzufuhr, wodurch einzig und allein ein günstiger Verlauf des Keimprozesses zu erwarten ist, nicht oder in nicht entsprechender Weise Rücksicht genommen wurde.

Koch bespricht in seinem Vortrag gelegentlich der Mitgliederversammlung der wissenschaftlichen Station für Brauerei (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1911) eine verbesserte selbsttätig wirkende Horden-Malzkeimungsmaschine, System Plischke, und führt auf Grund eigener Beobachtungen und Erfahrungen an, daß nach den Ergebnissen das Malz der Keimmaschine jenem der Tenne vollkommen gleichsteht.

Die Maschinenmalze zeigten bei den verschiedensten Gerstenprovenienzen eine vollkommene und mürbe Auflösung, gaben auf der Darre ein vorzügliches Aroma und ließen sich im Sudhaus leicht verarbeiten.

Seit etwa fünfundzwanzig Jahren haben die mechanisch-pneumatischen Apparate, bei denen die Keimungsbedingungen Berücksichtigung finden, sich mehr und mehr in der Praxis eingebürgert und dürften hauptsächlich als Ersatz der Tennenmälzerei in Betracht kommen, freilich zunächst nur für größere Betriebe. Für eine Rentabilität dieser Art der Mälzerei muß eben vorausgesetzt werden, daß pro Jahr mindestens 10 000 bis 15 000 Ztr. Gerste verarbeitet werden. Hierzu sei noch bemerkt, daß die Maschinenfabrik Topf & Söhne in Erfurt Keimtrommeln baut, und zwar Einhaufentrommeln für größere Betriebe und Mehrhaufentrommeln oder Abteilungstrommeln selbst für die kleinsten Betriebe.

Das Prinzip der mechanisch-pneumatischen Mälzerei beruht darauf, daß ein mit Feuchtigkeit gesättigter Luftstrom von konstanter Temperatur durch das in ziemlich hoher Schicht liegende Keimgut, das von Zeit zu Zeit oder beständig gewendet, hindurchgeführt wird. Entweder wird dieser Luftstrom durch das Keimgut hindurch von oben nach unten abgesaugt oder es wird die Luft von unten nach oben durch

den Haufen gedrückt und die mit Kohlensäure beladene Luft durch einen Ventilator nach außen abgeführt.

Die verschiedenen Systeme der pneumatischen Mälzerei lassen sich in zwei Gruppen zusammenfassen, in die Kastenmälzerei, System Saladin, und Trommelmälzerei, System Galland.

Die Mälzereianlage nach System Saladin (Abb. 31) besteht aus offenen Keimkasten; das in diesen befindliche Keimgut, die geweichte Gerste, wird von unten nach oben mittels künstlich befeuchteter Luft ventiliert und durch einen von einem Ende des Kastens zum anderen langsam sich bewegenden, aus nebeneinanderstehenden Schrauben bestehenden Wendeapparat gewendet.

Bei der Mälzereianlage nach System Galland (Abb. 32 und 33) wird die geweichte Gerste in geschlossenen, zweckmäßig ventilierten und langsam um die Längsachse rotierenden Trommeln zum Keimen gebracht.

Die Betriebsweise für die pneumatische Mälzerei nach System Saladin ist folgende:

Die quellreife Gerste wird samt dem Wasser in den zu füllenden Keimkasten vermittels eines Rohres eingelassen. Das Wasser gelangt durch den perforierten Boden in den darunter befindlichen Kanal. Hierauf läßt man den Wender einmal durch das Keimgut gehen, um es aufzulockern und zu ebnen. Nun bleibt die Gerste zum Zwecke der Nachweiche in einer Höhe von etwa 56 cm mehrere Stunden liegen, bis die Temperatur des Naßhaufens 12 bis 15° C beträgt. Sodann werden die Ventilationsklappen geöffnet und der Zutritt der feuchten Luft in der Weise geregelt, daß die Temperatur des keimenden Haufens konstant 15° C beträgt. Ist die atmosphärische Luft im Winter zu kalt, so wird das Wasser im Behälter mit Dampf entsprechend erwärmt, ist sie hingegen in den wärmeren Monaten zu warm, so wird Abkühlung durch Eis oder durch beständigen Wechsel des Wassers vorgenommen.

Da das Wenden lediglich dazu dient, das Keimgut aufzulockern, um ein Verfilzen zu vermeiden, so ist es völlig

genügend, den Wender alle 12 bis 18 Stunden in Tätigkeit zu ſetzen. — Der Keimprozeß verläuft in normaler Weiſe und iſt in 7 bis 8 Tagen beendigt. Das Grünmalz kann nun im Keim-

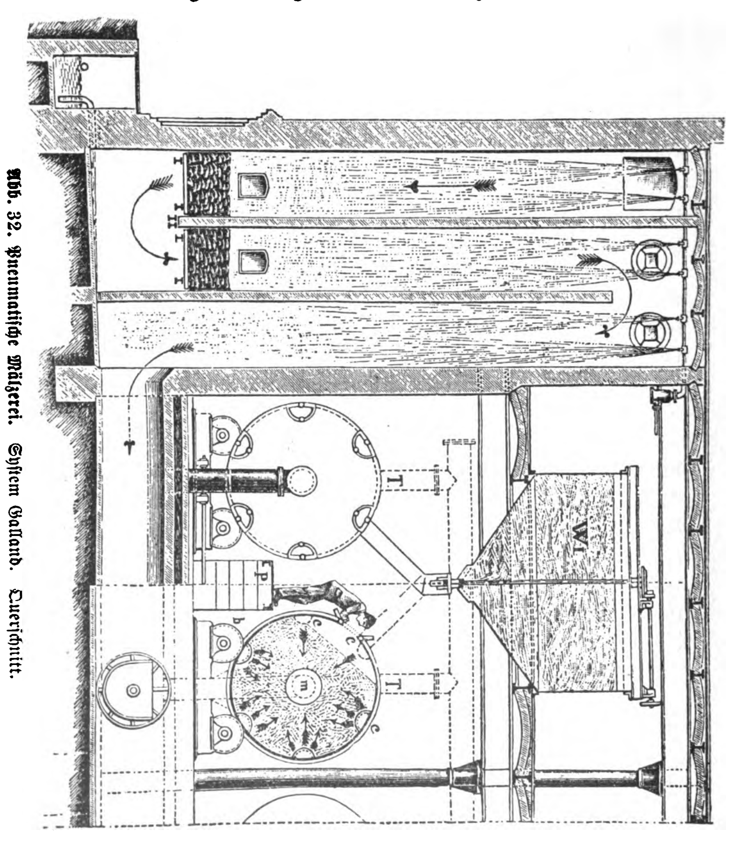


Abb. 32. Pneumatiſche Mälzerei. Syſtem Galland. Querſchnitt.

kaſten einige Zeit liegen bleiben und geſchwelkt werden, indem ſtatt mit Feuchtigkeit geſättigte Luft, gewöhnliche trockene oder bis 25° C erwärmte Luft durch das Malz geleitet wird.

Bei dem System Galland kommt die quellreife Gerste, oder bei Vorhandensein von eigenen pneumatischen Weichkasten, sobald sie deutlich spitzt, in die Keimtrommel. Eine

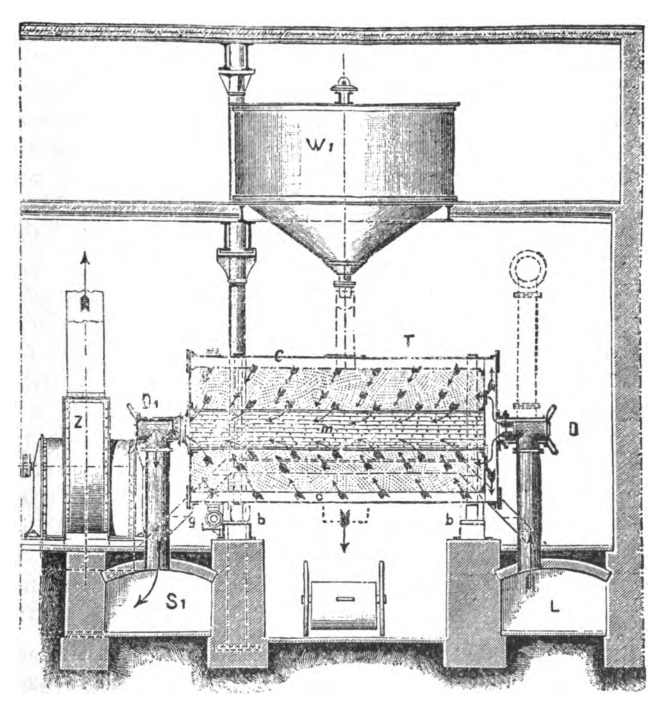


Abb. 33. Pneumatische Mälzerei. System Galland. Längsschnitt.
W_1 Weiche, L Luftzuleitung, S_1 Luftabsaugeleitung, D Regulierschieber in Verbindung mit der Luftzuleitung, D_1 Regulierschieber in Verbindung mit der Luftabsaugeleitung, Z Exhaustor, m fein durchlochtes Mittelrohr.

solche Keimtrommel besteht aus zwei aus Eisenblech verfertigten Zylindern. Der äußere ist massiv, während der innere, zur Aufnahme des Keimgutes bestimmt, der ganzen Länge nach halbkreisförmige, fein gelochte Kanäle besitzt.

In der Achse des Zylinders liegt ein ebenfalls feindurchlochtes Mittelrohr. Der Raum zwischen den beiden Zylindern bildet die Luftkammer, die durch einen Regulierschieber mit der Luftzuleitung in Verbindung steht. Das Wenden des Keimgutes geschieht durch eine langsame Drehung der Trommel, weshalb diese auf zwei Paar Rollböcken gelagert ist und mittels Schneckenradgetriebe innerhalb etwa 30 Minuten einmal herumgedreht wird. Zur Ablesung der Temperatur des Keimgutes ist an den Stirnwandungen der Trommel ein Thermometer angebracht. Die Regulierung der Temperatur wird durch Drehen des Luftregulierungshahnes bewerkstelligt, wodurch mehr oder weniger präparierte Luft durch die Trommel geleitet wird.

Es hat sich gezeigt, daß bei diesen beiden Mälzungsverfahren die Haufen leicht austrocknen. Man sucht diesen Fehler dadurch abzustellen, daß man Wasser als Dampf (Wasserzerstäuber) und sogar tropfbarflüssig in das Keimgut einführt.

Auch mit diesem System kann nach Beendigung des Keimprozesses ein Schwelken des Grünmalzes verbunden werden, indem mittels eines Schiebers die feuchte Luft von der Trommel abgesperrt und durch Öffnen einer im Deckel dieses Schiebers angebrachten Türe gewöhnliche, trockene oder auch erwärmte Luft durch das Grünmalz hindurchgeführt wird.

Als wesentliche Vorteile der mechanisch-pneumatischen Mälzerei gegenüber der Tennenmälzerei werden angeführt:

1. Beträchtliche Raumersparnis, da bei der hohen Lage des Keimgutes ungefähr nur $^1/_5$ des für die Tenne erforderlichen Raumes notwendig ist.
2. Die Möglichkeit, das ganze Jahr hindurch, also auch während der heißen Monate, zu mälzen.
3. Ersparung an Arbeitspersonal, da selbst bei großen Anlagen ein Mann für den Tag- und einer für den Nachtbetrieb genügt.
4. Die Möglichkeit, die pneumatische Anlage fast in jedem beliebigen Raume anbringen zu können.

5. Die Vermeidung von Zertreten von Körnern, von Schimmelbildung.
6. Die Erzielung eines gut aufgelösten, extraktreicheren Grünmalzes, da infolge der Führung des Keimprozesses bei einer gleichmäßig niedrigen Temperatur ein geringerer Substanzverlust der Gerste stattfindet.
7. Als weiterer Vorteil dürfte anzuführen sein, daß sicherlich auch der Mälzungsverlust geringer sein wird.

Die mechanisch-pneumatische Mälzerei hat in den letzten Jahren wesentliche Verbesserungen erfahren. Auf Grund gründlicher Erprobung kann gesagt werden, daß sich auf diesem Wege ein Malz von tadelloser Qualität herstellen läßt. Da die angeführten Vorteile in Wirklichkeit auch zutreffen, findet die pneumatische Mälzerei auch eine entsprechende Anwendung in der Praxis.

Es muß davon abgesehen werden, auf die mannigfachen Verbesserungen einzugehen, es sei nur in Kürze erwähnt:

1. was die Kastenmälzerei, System Saladin, anlangt, daß die Kühlung und Sättigung der Luft mit Wasser durch Streudüsen oder durch Spritzrohre geschieht, die entsprechend präparierte Luft sowohl von oben nach unten wie von unten nach oben gesaugt werden kann, wodurch eine gleichmäßigere Ventilation des Keimgutes und damit auch ein gleichmäßigerer Verlauf des Keimprozesses erzielt wird;

2. was die Trommelmälzerei, System Galland, anbetrifft, daß hinsichtlich der Bewegungsrichtung der ein- und austretenden Luft mehrfache Verbesserungen getroffen wurden (Maschinenfabrik und Eisengießerei Charlottenburg). Bemerkt sei auch, daß genannte Fabrik mit der Keimtrommel eine Dampftrommeldarre, bestehend aus einer Trocken- und Darrtrommel, in Verbindung gebracht hat.

Auf die Keimtrommel der Firma Topf & Söhne in Erfurt wurde bereits hingewiesen (S. 146). Sie fabriziert Mehrhaufen und Einhaufentrommeln, Trommeln mit geschlitztem, taschenförmigen Außenmantel und gelochtem Innenzylinder.

Eine Abänderung und wohl auch eine Verbesserung hat die Gallandsche Trommel durch das System Schwager erfahren, ausgeführt von der Maschinenfabrik Germania in Chemnitz. Die Außentrommel ist geschlossen, die Innentrommel abwechselnd gelocht. Das wesentliche ist, daß das Zentralrohr in der Mitte geteilt ist und gleichzeitig an beiden Seiten die Luft zu- und abgeführt wird.

Erwähnt sei auch das System Tilden, bei dem Keimen und Darren in ein und derselben Trommel stattfindet. Die Trommel besteht aus einem perforierten Außenmantel mit Längsscheidewänden und einem perforierten feststehenden Innenmantel mit dem Röstapparat, beide aus verzinktem Stahlblech verfertigt. Eine solche Anlage ist schon seit mehreren Jahren in der Münchener Thomasbrauerei im Betriebe.

Hingewiesen sei schließlich noch auf das Kropfsche Mälzungssystem. Das Prinzip besteht darin, daß das Keimgut, sobald der Keimprozeß genügend weit fortgeschritten ist, sei es auf der Tenne, im Keimkasten oder in der Keimtrommel, unter vollständigem Luftabschluß liegen bleibt. Die Auflösung schreitet weiter fort, während nur ein minimales Weiterwachsen von Blatt- und vor allem von Wurzelkeimen zu konstatieren ist, mithin der Mälzungsschwand verringert wird. Sind die Resultate, die man mit diesem Mälzungssystem unter Einhaltung gewisser Regeln und Bedingungen gewonnen hat, im allgemeinen günstige, so wird es doch noch weiterer Versuche und Erfahrungen bedürfen, um ein abschließendes Urteil über seine Brauchbarkeit geben zu können.

Sobald an gewissen äußeren Kennzeichen des Keimgutes konstatiert werden kann, daß die Gerste bis zu einem gewünschten Grade gekeimt hat, wird der Keimungsprozeß unterbrochen, und zwar durch Entziehung von Feuchtigkeit. Aus der Gerste ist nun Grünmalz geworden.

Die äußeren Kennzeichen, nach denen der Verlauf des Keimungsprozesses beurteilt wird, sind:

1. Die Beschaffenheit des Mehlkörpers. Der Mehlkörper soll weiß und leicht zerreiblich sein, das Grünmalz soll eine gute Auflösung zeigen. Zerteilt man das einzelne Korn, drückt eine Partie des Mehlkörpers heraus, zerdrückt diese mit Daumen und Zeigefinger, so soll der Mehlkörper sich leicht zerreiben lassen, ähnlich als hätte man trockenes Stärkemehl zwischen den Fingern. Die Auflösung ist das sicherste Zeichen, ob der Keimungsprozeß in entsprechender Weise verlaufen ist. Die mehlige Auflösung gilt als das beste Kriterium, doch ist diese nicht immer zu erreichen, zumal bei Tennenmälzerei. Eine sog. griesige Auflösung gilt als vollkommen zufriedenstellend. Ist hingegen der Mehlkörper noch hart, oder zeigt er eine mehr oder weniger teigige Beschaffenheit, so ist dies immer als schlechtes Zeichen zu betrachten, und die Gefahr liegt sehr nahe, daß auf der Darre viel Glasmalz entsteht, das im Sudhaus und bei der Gärung zu verschiedenen Störungen Anlaß gibt. Freilich ist die gute Auflösung nicht ausschließlich das Resultat einer sachgemäßen, gewissenhaften Durchführung der einzelnen Operationen, sondern ist auch bedingt durch die Beschaffenheit der Gerste selbst. Bei einer mehligen Gerste wird es bei entsprechender Einhaltung der Keimungsbedingungen keine Schwierigkeiten machen, mehlige, bzw. griesige Auflösung zu erreichen, doch bei glasiger Gerste wird es nur möglich sein, wenn bei genügender Feuchtigkeit der Haufen etwas wärmer geführt und für reichliche Luftzufuhr gesorgt wird.

2. Die Länge sowohl der Wurzelkeime als der Blattkeime. Eine bestimmte Länge der Wurzelkeime als entscheidendes Merkmal für die Führung des Keimungsprozesses betrachten zu wollen geht nicht an. Es wurde bereits gesagt, daß auf kurzes Gewächs hingearbeitet werden soll ,weil mit der stärkeren Entwickelung der Wurzelkeime ja ein größerer Verlust an nutzbaren Bestandteilen des Gerstenkornes mit verbunden ist. Es wäre fehlerhaft, auf Kosten der Auflösung kurzes Gewächs erzielen zu wollen. Gar manche Gerstensorten, wie auch die Herstellung von Malz

für vollmundige, dunkle Biere, bedingen es, daß die Keime länger und stärker sich entwickeln müssen, um eine gute Auflösung zu bekommen. Was unter kurzem und langem Gewächs verstanden ist, wurde oben angeführt. Was die Länge des Blattkeimes anlangt, so hängt diese mit der Anhäufung der Diastase zusammen. Der Blattkeim soll mindestens bis $^2/_3$ der Kornlänge sich vorgeschoben haben. Bei hoch abzudarrendem Malze ist es gewiß nur vorteilhaft, wenn der Blattkeim $^3/_4$, ja selbst die ganze Kornlänge beträgt, um beim Maischprozeß genügende Menge von Diastase zu einem günstigen Verlauf des Verzuckerungsprozesses zu haben.

3. Der Geruch des Grünmalzes. Der Geruch des Grünmalzes soll frisch sein, wie der Geruch nach geschälten Gurken; dumpfer, schimmeliger, säuerlicher Geruch deutet immer auf Manipulationsfehler.

Das Schwelken und Darren des Grünmalzes.

Wenn, wie eben angeführt, die äußeren Merkmale eines Grünmalzes den Zeitpunkt gegeben erscheinen lassen, den Keimungsprozeß zu unterbrechen, so wird das Grünmalz zunächst vorgetrocknet, geschwelkt. Vielfach wird dieses Schwelken auf eigenen Schwelkböden, trockenen, luftigen Räumen vorgenommen. Gerade über diese übliche Art des Schwelkens sind in der letzten Zeit Stimmen von seiten der Praxis wie auch von Vertretern der Theorie für und wider in der Fachpresse laut geworden. Von seiten der Gegner der Schwelke wird angeführt, daß bei den derzeitigen Darreinrichtungen das Schwelken auf eigenen Schwelkböden zwecklos und wertlos ist, ja daß eine Schädigung des Grünmalzes durch Schimmelbildung und Eintreten von stärkerem oder geringerem Fäulnisprozeß verursacht werden kann. Von den Anhängern der Schwelke wird dagegen geäußert, daß selbst die primitivste Schwelke, vorausgesetzt, daß auf Reinlichkeit der Schwelke geachtet wird und eine entsprechende Behandlung des Grünmalzes auf der Schwelke stattfindet, nur Vorteile gefolgert

werden müssen. Als solche Vorteile werden angegeben: die Auflösung des Malzes wird erhöht, ohne daß ein Substanzverlust damit verbunden wäre, indem ja die Wurzelkeime welk werden und weiteres Wachstum nicht mehr möglich ist. Der Blattkeim schiebt sich noch etwas weiter vor, und wenn auch deshalb ein solches Grünmalz besonders geeignet ist zur Herstellung dunkler, aromatischer Malze, so ermöglicht doch gerade das Schwelken andererseits die Herstellung sehr blasser, lichter Malze. Auch von einer günstigen chemischen Auflösung, von einer Umänderung der Stickstoffsubstanzen, wie von einer Zunahme des Zuckergehaltes auf der Schwelke ist die Rede. Die Ersparnis an Brennmaterial ist sicher auch von Belang.

Wenn der Verfasser das Schwelken des Grünmalzes auf eigenen Schwelkböden auch nicht als unbedingt notwendig bezeichnen kann, so stellt er sich doch, auf Grund vielfacher Erfahrungen und zahlreicher Versuche, auf Seite der Anhänger der Schwelke. Leider können nicht durch Zahlen die Beweise für die Vorteile bei Benutzung und richtiger Handhabe einer geeigneten Schwelke erbracht werden, doch dürfte nicht daran zu zweifeln sein, daß das Schwelken zur Sicherheit der Führung des Darrprozesses wesentlich beitragen kann.

Das Darren. Der Darrprozeß gehört zu den wichtigsten Prozessen der Bierfabrikation. Durch ihn bezweckt man die Entfernung der Feuchtigkeit, um das Malz für längere Aufbewahrung geeignet zu machen und um andererseits die Wurzelkeime leicht und vollständig zu entfernen. Weiter soll dem Malze ein bestimmter Charakter verschafft werden. Der Darrprozeß ist mithin nicht ein einfacher Trocknungsprozeß, sondern es müssen dabei auch chemische Veränderungen im Malzkorne vor sich gehen deren Zustandekommen in gewünschter Weise abhängig ist von dem Feuchtigkeitsgehalt des Malzes und der Temperatur in den einzelnen Darrstadien. Durch Anwendung von allmählich steigenden Temperaturen bis 110° C wird das Grünmalz in Darrmalz übergeführt, wird der Wassergehalt des Grünmalzes von ungefähr 40 % auf 3 bis 1 ½ % erniedrigt

und wird dem fertigen Malze ein bestimmter Charakter erteilt. Es werden hauptsächlich drei Malzsorten für die Würzegewinnung unterschieden: bayrisches Malz, Wiener oder norddeutsches Malz und böhmisches Malz. Selbstverständlich werden von diesen drei Haupttypen auch verschiedene Unterarten erzeugt. Die wesentlichen Unterschiede dieser drei Malzsorten bestehen in dem sog. Malzaroma, in der Menge der Röstprodukte und in der Verschiedenheit des Fermentativvermögens. Bei bayrischem Malze verlangt man ein sehr stark ausgebildetes Aroma, während bei böhmischen Malze das Umgekehrte der Fall ist; Wiener oder norddeutsches Malz liegen in der Mitte dieser. Mit der Erzeugung von Aroma hängt eine Schwächung des Fermentativvermögens zusammen, somit wird bayrisches Malz die geringste diastasische Kraft besitzen. Es ist früher schon darauf hingewiesen worden, daß die Art des Weichens und die Behandlung der Gerste auf der Tenne schon auf den Charakter des zu erzeugenden Malzes von Einfluß sind, doch die Hauptrolle spielt hierin der Darrprozeß bzw. die Faktoren, die beim Darren in Betracht kommen. Soll das Resultat des Darrprozesses nach jeder Hinsicht entsprechen, so muß ihm die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden und dies ist um so mehr notwendig, weil es bis zur Stunde an einem wissenschaftlich begründeten Maßstab für die Kontrolle des Darrprozesses mangelt, dieser mehr noch empirisch betrieben werden muß. Das bestaufgelöste Grünmalz kann auf der Darre sehr leicht geschädigt werden, welche Fehler sich bei den nachfolgenden Operationen der Würze- und Biererzeugung empfindlich wahrnehmbar machen. Schlechte Ausbeute des Malzes, kleistertrübe Würze, anormale Gärung, mangelhafte Klärung, fehlerhafter Geschmack und geringe Haltbarkeit des Bieres sind meist auf Fehler im Darrprozesse zurückzuführen.

Die Faktoren, die beim Darrprozeß in Betracht kommen, sind die Konstruktion der Darre und die Behandlung des Malzes auf der Darre. Vielfach ist man heutzutage davon abgekommen, für eine bestimmte Malzsorte eine bestimmte

Darrkonstruktion zu wählen. Wenn auch nicht in Abrede gestellt werden soll, daß auf ein und derselben Darre Malz von verschiedenem Charakter erzeugt werden kann, so ist doch gewiß, daß die Bedienung der Darre je nach der Malzsorte verschieden sein muß und deshalb größere Schwierigkeiten verursacht und somit leichter Fehler gemacht werden. Für böhmisches Malz wird eine solche Darre am geeignetsten sein, die einen starken Luftwechsel gestattet, während dies für bayrische Malze nicht erwünscht ist, andererseits aber die Möglichkeit gegeben ist, hohe Abdarrtemperaturen leicht zu erreichen.

Die verschiedenen Darrkonstruktionen, die im Gebrauch sind, lassen sich einteilen in:

1. Rauchdarren und Koksdarren; 2. Luftdarren.

Bei den Rauchdarren und Koksdarren gehen die heißen Verbrennungsprodukte direkt durch das Malz und trocknen es aus. Die eigentlichen Rauchdarren sind jetzt fast gänzlich außer Betrieb, und zwar aus dem Grunde, weil die mehr oder minder unangenehm riechenden Verbrennungsprodukte des Brennmaterials dem Malze einen fremdartigen Geschmack mitteilen, der auch in das Bier übergeht. Es kann überhaupt nur gut getrocknetes, hartes Holz verwendet werden. Günstiger liegen die Verhältnisse bei den Koksdarren. Es werden auch heutzutage in Gegenden, wo Koks leicht und billig zu haben ist, solche Darren gebaut. Koks liefert beim Verbrennen hauptsächlich indifferente Gase nebst etwas schwefliger Säure; von dieser hat man die Überzeugung, daß sie eher nützlich als schädlich ist. Die Malze zeigen eine sehr lichte Farbe und lassen sich leichter aufbewahren.

Bei den Luftdarren kommen die heißen Verbrennungsprodukte der Brennstoffe nicht direkt mit dem Malze in Berührung, sondern sie werden in ein System von Röhren, die von Luft umspielt sind, geleitet, geben die Wärme an die Luft ab, und diese trocknet und erwärmt das Malz und wird hernach mit Feuchtigkeit beladen durch den Dunstkamin abgeführt.

Bei jeder Luftdarre sind folgende Hauptbestandteile zu unterscheiden:

1. Der Darrofen, in dem das Brennmaterial verbrannt wird.

2. Die Heizröhren, die in den Feuerraum der Heizung münden, die heißen Verbrennungsprodukte aufnehmen und diese, nachdem sie die Luft erwärmt, dem Schornstein zuführen. Die Röhren sind aus Eisenblech oder Gußeisen gefertigt und sind entweder in horizontalen Windungen angebracht (Luftdarren mit liegenden Heizröhren, englische Darren) oder zu einem vertikalen Rohrsystem angeordnet (Darren mit stehenden Heizröhren, Kaloriferendarre) oder es kommen beide Arten der Heizröhren zur Anwendung (kombinierte Malzdarre).

3. Die Wärmekammer, auch Sau genannt, die dazu dient, die erwärmte Luft unter der Darrhorde zu verteilen. In diesem Raum befinden sich bei manchen Darren sämtliche Heizröhren. Hier sammeln sich auch die Malzkeime, die zumal beim Wenden des Malzes abgestoßen werden und durch die Öffnungen der Darrhorden hindurchfallen, an. Damit diese nicht auf den Heizröhren liegen bleiben und verkohlen oder anbrennen, besitzt der dem Darraum zugekehrte Teil der liegenden Rohre einen dachförmigen Querschnitt und die stehenden Heizröhren sind mit einem Schirm versehen, an dessen glatter Oberfläche die Malzkeime abrutschen. Die Malzkeime müssen bequem aus der Wärmekammer entfernt werden können.

4. Die Darrhorden, auf denen das Malz ausgebreitet wird. Es gibt Darren mit einer Horde, mit zwei und drei Horden. Am verbreitetsten und zweckentsprechendsten sind die sog. Doppeldarren, Darren mit zwei Horden.

Einhordige Darren sind nicht vorteilhaft, obwohl nicht in Abrede gestellt werden kann, daß auch auf solchen Darren ein gutes Malz erzeugt werden kann. Wir sehen dies in englischen Brauereien, wo noch vielfach die höchst primitive, einhordige Darre im Gebrauch ist. Die geringe Leistungsfähigkeit und dann der bedeutend größere Aufwand an Brennmaterialien sprechen gegen diese Darren. Es ist nicht möglich, die einhordige Darre unmittelbar nach dem Abräumen wieder zu beschicken, denn es würde infolge der hohen Temperatur

im Darraum, auf der Horde und den Wandungen das Malz Schaden leiden, Glasmalz entstehen. Es ist deshalb notwendig, daß nach dem Abräumen die kalten Züge geöffnet und die Heizgase größtenteils ausgetrieben werden, wodurch Wärme, folglich auch Brennmaterial verloren geht und, weil das Aus- und Abkühlen Zeit bedarf, ein Verlust an Zeit bedingt ist. Dreihordige Darren, und zwar mit drei übereinanderstehenden Horden sind auch nicht empfehlenswert. Der ganze Darrprozeß verlangt in diesem Falle eine besondere Umsicht und Wachsamkeit. Das Malz von der obersten Horde kommt auf die mittlere Horde mit einem noch ziemlich hohen Feuchtigkeitsgrad; diese Feuchtigkeit soll und muß, um das Malz für den späteren Röstprozeß vorzubereiten, hier größtenteils entfernt werden, die Wasserdämpfe steigen zum Malz auf der obersten Horde, wo sie teilweise kondensiert werden und das Malz feucht machen. Diese Nachteile werden bei der Darre von Plauer dadurch umgangen, daß die dritte Horde höher als die zweite und neben dieser angebracht ist und dieser Raum von der Sau der Darre temperiert wird. Es wird das Grünmalz etwas vorgetrocknet, geschwelkt.

Die verbreitetsten Darren sind jedoch die Darren mit zwei Horden (Abb. 34).

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die gewöhnlichen Zweihordendarren — eine Heizvorrichtung und die beiden Horden übereinander — verschiedene Übelstände besitzen, von denen nur der eine erwähnt sein soll, daß die Temperatur der oberen Horden von der der unteren Horden stets abhängig ist, wodurch nur zu leicht eine zu rasche und zu hohe Temperatursteigerung des Grünmalzes *auf* der oberen Horde eintreten kann, was Glasmalzbildung zur Folge hat. Diesen Übelstand sucht man auf verschiedene Weise zu vermeiden. So z. B. sind bei der Engelhardtschen Darre (Abb. 35) die beiden übereinanderliegenden Horden jede für sich mit einer eigenen Heizvorrichtung versehen. In die beiden Wärmekammern kann man nach Belieben mehr oder weniger kalte Luft einströmen lassen. Steinecker brachte früher unter der oberen Horde

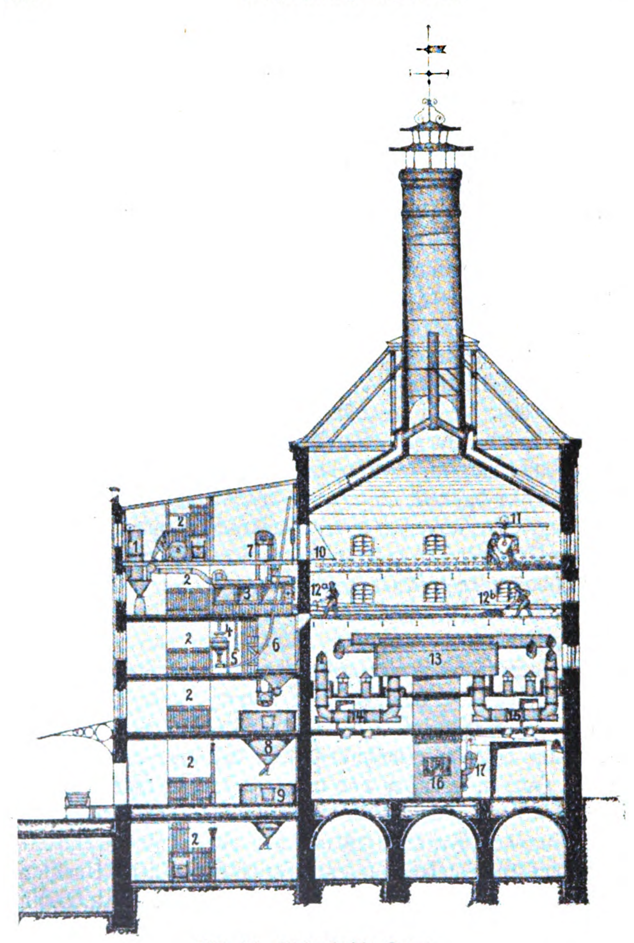


Abb. 34. Steineckersche Darre.

1. Staubfilter.
2. Aufzug.
3. Entkeimungsmaschine.
4. Automatische Wage.
5. Lufttransporteur.
6. Malzrumpf.
7. Elevator, eiserner.
8. u. 9. Weichen.
10. u. 11. Beschickungsapparat.
12. Abräumapparat.
13.—15. Heizapparat.
16. Stellvorrichtung für sämtliche Ventilationen.
17. Autom. Feuerung.

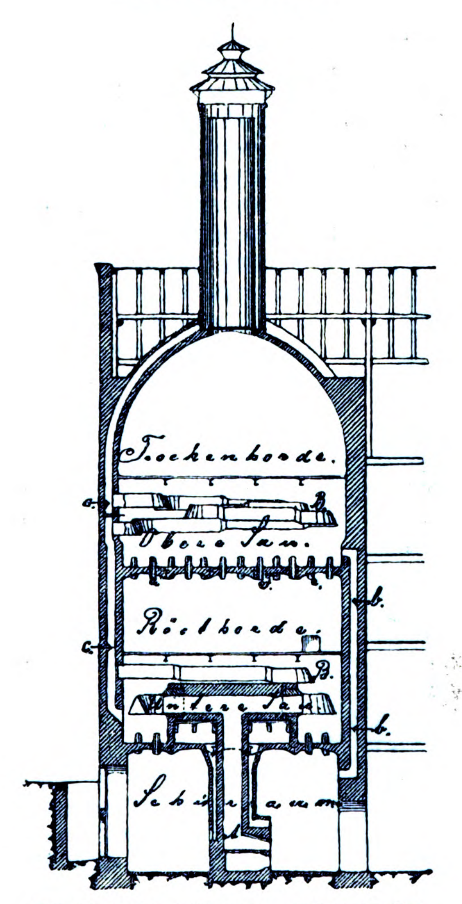
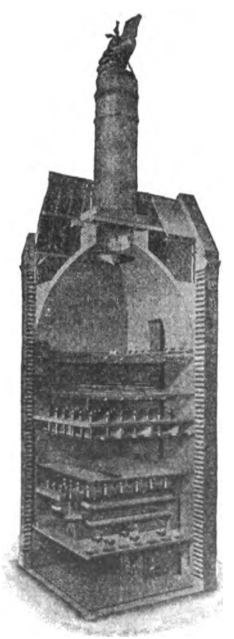


Abb. 35. Engelhardtsche Darre mit doppelter Sau.

eine Luftzuführungsvorrichtung an, wodurch verhindert wurde, daß die hohe Temperatur während des Abdarrens sich dem Grünmalz auf der oberen Horde mitteilen kann.

In den letzten Jahren wurde den Dreihorden-Darren wieder eine größere Aufmerksamkeit geschenkt, hauptsächlich um die Leistungsfähigkeit der Darre zu erhöhen und an Brennmaterial zu sparen. Dabei soll die Qualität des Malzes in keiner Weise eine Beeinträchtigung erleiden.

Es sei an dieser Stelle die patentierte Dreihordendarre der Firma Topf in Erfurt erwähnt (Abb. 36). Bei dieser Darre sind wie bei den ursprünglichen Dreihordendarren die drei Horden übereinander gelagert, die unterste ist aber von den beiden oberen vollständig abgeschlossen durch eine oder zwei Decken, während die gesamte in der Sau erhitzte Ventilationsluft um die untere Horde herumgeführt und unter die oberen Horden wieder gleichmäßig verteilt wird. Die untere Horde wird in der Hauptsache nur noch durch Strahlung erwärmt. Es liegen bereits Resultate vor, die bestätigen, daß durch diese Dreihordendarre eine größere Leistungsfähigkeit, eine wesentliche Ersparung an Brennmaterial und ein Malz von vorzüglicher Qualität erzielt werden.


Abb. 36. Dreihordendarre der Firma Topf & Söhne in Erfurt.

Die Darrhorden werden aus gelochtem, seltener aus geschlitztem Eisenblech oder aus Draht hergestellt. Die Wahl der Art der Horden richtet sich nach den Eigenschaften des zu erzeugenden Malzes. Darrhorden mit großen Durchgangsflächen für die Luft, gewebte und gewalzte Drahthorden sind geeigneter zur Erzeugung von Malz für lichte, weinige Biere, Blechhorden mit runden Öffnungen von Malz für voll-

mundige Biere. Vielfach findet man, zumal zur Erzeugung von Malz für dunkle Biere, die obere Horde aus Draht, die untere aus gelochtem Blech hergestellt.

5. Die Züge für Luft, die den Zweck haben, in die Wärmekammer von außen Luft zuzuführen. Die meisten Darren leiden an dem Fehler, daß der Luftzug zu gering ist. Mit dem geringeren oder stärkeren Luftzug geht aber der Dunstabzug durch den Dunstschlauch Hand in Hand und bei entsprechender Temperatur im Darraume wird das Austrocknen des Grünmalzes langsamer oder schneller vor sich gehen. Diese Züge müssen jedoch mit einer Reguliervorrichtung versehen sein, so daß je nach der Temperatur, die auf der Darre nötig ist, mehr oder weniger Luft einströmen kann und somit eine Schädigung des Malzes ausgeschlossen ist.

6. Der Dunstschlauch, der zur Entfernung der feuchten Luft dient und vom höchsten Punkt des Gewölbes, mit dem die obere Darrhorde bedeckt ist; er führt ins Freie. Zur Erhöhung des Zuges läßt man den Kamin durch den Dunstschlauch gehen, wodurch die Luft im Dunstschlauch erwärmt wird.

Der ganze Darrapparat ist mit starken Mauern umgeben, die Zugänge zur Wärmekammer und zu den Horden sind mit Doppeltüren verschlossen, um jedem Wärmeverlust zu begegnen.

Wie oben schon bemerkt, kann man die eine oder andere Darrkonstruktion nicht als die allein entsprechende für dieses oder jenes Malz ansehen; als allgemein geltend wird man sagen, daß die Darren mit liegenden Heizröhren wegen der strahlenden Wärme, die vorzugsweise beim Abdarren zur Geltung kommt, oder mit liegenden und stehenden mehr zur Erzeugung von Malz für Biere mit bayrischem Charakter, Darren mit stehenden Heizröhren mehr von solchem für Bier mit böhmischem Charakter zu empfehlen sind.

Es existieren eine Menge von verschiedenen Darrapparaten, von denen einige sehr kompliziert und folglich auch kostspielig sind, die aber deshalb durchaus nicht für die besten zu halten sind. Wenn die gehörige Aufmerksamkeit dem Darrprozesse geschenkt wird, das richtige Verständnis für den Zweck des

Darrens vorhanden ist, von den, freilich noch geringen, Hilfsmitteln zur entsprechenden Führung des Trocknungs- und Röstprozesses der richtige Gebrauch gemacht wird, so wird es gelingen, auf einer höchst einfachen Darre ein Malz zu machen, das nichts zu wünschen übrig läßt. Die Darreinrichtung muß nur derart konstruiert sein, daß ein starker Luftzug möglich ist, die Temperatur beliebig langsam und gleichmäßig sich erhöhen läßt und leicht Änderungen in der Temperatur und der Lüftung bewerkstelligt werden können. Von einer weiteren, eingehenderen Besprechung der verschiedenen Darrsysteme muß in diesem Buche abgesehen werden.

Statt die bei den gewöhnlichen Zweihordendarren zum Trocknen und Darren des Malzes dienende Luft mit Feuergasen zu erwärmen, kann auch Dampf angewendet werden. Solche sog. Dampfdarren ermöglichen eine einfachere und billigere Einrichtung und eine bequemere und sichere Regulierung der Temperatur. In der Pschorrbrauerei in München ist bereits seit 15 Jahren eine Dampfdarre von einfachster Form in Verwendung, die vollkommen befriedigt. Statt der Heizröhren wurden in zwei Darren glatte Dampfröhren in die Sau eingebaut. Die Temperatur kann sehr leicht auf die gewünschte Höhe auch für die Abdarrung bayrischen Malzes gesteigert werden.

Die Darrkonstruktion ist, wie wir gesehen haben, der eine Faktor, der auf den Charakter, auf die Eigenschaft des Malzes einen Einfluß ausübt. Es ist dabei bemerkt worden, daß das eine oder andere System nicht gerade ausschließlich für diesen oder jenen Zweck geeignet ist, doch werden die Darrvorschriften anders zu lauten haben, wenn man die betreffende Darre einmal zur Erzeugung von Malz für vollmundige Biere, ein andermal von Malz für lichte Biere gebraucht. Diese Darrvorschriften von Fall zu Fall einzuhalten wird die Hauptaufgabe eines gewissenhaften Mälzers sein, um ein Malz mit den gewünschten Eigenschaften zu erhalten. Diese Darrvorschriften sind für jede Darre erst durch Versuche festzustellen. Sind sie gefunden, so daß die Resultate nach jeder Richtung

befriedigen, so sollen hieran, wenn nicht an der Darre selbst etwas geändert wird, keine Abänderungen getroffen werden. Neben der Darrkonstruktion ist weiter auf die Beschaffenheit des Malzes von Einfluß die Einhaltung bestimmter Darrvorschriften bzw. die Behandlung des Grünmalzes auf der Darre.

Die wesentlichen Punkte, die dabei in Betracht kommen, sind:

1. die Höhe der Schicht, in der das Malz auf die Darre kommt;
2. die Art und Weise der Temperatursteigerung;
3. die Darrdauer;
4. die Höhe der Abdarrtemperatur.

Die Höhe der Grünmalzschicht auf der oberen Horde ist sehr verschieden, sie beträgt 15 bis 20 cm und darüber bis Kniehöhe. Maßgebend hierfür werden in erster Linie die Zugverhältnisse der Darre sein, weiter wohl auch der Feuchtigkeitsgrad und die Beschaffenheit des Malzes, ob kurz oder lang gewachsen, und der Charakter des zu erzeugenden Darrmalzes. Eine Darre mit starkem Zug wird man stärker beladen können, als eine weniger gut ziehende. Schwelkmalz und Malz mit kräftig und lang entwickelten Wurzelkeimen kann höher aufgetragen werden als Malz direkt von der Tenne weg und mit kurzem Wurzelkeime. Will man Malz für Biere von bayrischem Charakter herstellen, Malz mit starkem Aroma, so ist auch, um das rasche Austrocknen zu verzögern, hoch aufzutragen.

Die Temperatursteigerung muß langsam erfolgen, das Grünmalz soll den größten Teil des Wassers schon bei einer Temperatur zwischen 40 und 45° C verloren haben. Es ist ja bekannt, daß das Malz erst dann einer höheren Temperatur ausgesetzt werden darf, wenn es genügend ausgetrocknet ist. Rasche Temperatursteigerung in noch zu feuchtem Malze hat zur Folge, daß die Diastase geschwächt und zerstört wird, Glasmalzbildung eintritt und auch der Mehlkörper mehr oder weniger deutlich gefärbt wird. Diastasearmes Malz bedingt einen ungünstigen Verlauf des Verzuckerungsprozesses, kleistertrübe Würzen und Biere können resultieren. Glasmalzbildung ist, abgesehen von Störungen im Maisch-, Sud- und Gär-

prozeß, gleichbedeutend mit Verlust an Extraktausbeute. Färbung des Mehlkörpers ist auch nicht erwünscht. Wenn nun die Feuchtigkeit des Grünmalzes, die etwa 40 % beträgt, schon unter 45 ° C mithin bei einer Doppeldarre auf der oberen Horde auf 10 bis 5 % verringert werden soll, so ist unbedingt notwendig, daß der Luftzug auf der Darre sehr kräftig ist, um den Wasserdampf auch entsprechend rasch durch den Dunstschlauch abzuführen.

Die Darrdauer. Aus dem voraus Gesagten über Temperatursteigerung ergibt sich, daß die Darrdauer nicht zu kurz sein soll und darf. Innerhalb sechs Stunden, wie von Fachingenieuren versprochen wird, aus Grünmalz ein in jeder Beziehung entsprechendes Darrmalz von gewünschter Beschaffenheit herzustellen, ist nicht möglich. Gerade durch längere Darrdauer wird das Malz leichter und vollständiger austrocknen, wird man die notwendig chemischen Veränderungen im Malze am sichersten erhalten. Eine gut ziehende Darre vorausgesetzt, soll die Darrdauer zur Erzeugung von Malz für lichte und mittelfarbige Biere nicht unter 24 Stunden betragen, zur Herstellung von Malz für bayrische Biere wählt man erfahrungsgemäß am besten eine Darrdauer von 48 Stunden.

Die Abdarrtemperatur. Die Höhe der Abdarrtemperatur übt neben der Darrdauer einen wesentlichen Einfluß auf den Charakter des Malzes aus. Für die Höhe der Abdarrtemperatur lassen sich keine allgemein geltenden Angaben machen. Man weiß, daß aus einem Grünmalze, dessen Wassergehalt bei niedriger Temperatur (etwa 40 ° C) auf 5 bis 3 % erniedrigt worden ist, auch durch sehr hohe Abdarrtemperatur kein aromatisch riechendes Darrmalz erzeugt werden kann, ja brenzlige Stoffe treten auf und Hülse und Mehlkörper können dunkel gefärbt werden. Kommt andererseits Malz mit einem noch etwas höheren Feuchtigkeitsgehalt, 8 bis 10 %, mit Temperaturen zwischen 60 bis 75 ° C in Berührung und wird die Wasserabgabe auch noch gehemmt, so bräunt sich der Mehlkörper mehr oder weniger und das Malz zeigt den charakteristischen Geruch und Geschmack wie

die Malze für bayrische Biere. Die meist eingehaltenen Abdarrtemperaturen sind:

	in der Luft gemessen:	im Malze gemessen:
für böhmisches Malz	56— 75° C	66— 90° C
für Wiener Malz	75— 90° C	90—100° C
für bayrisches Malz	86—100° C	105—130° C.

Es ist empfehlenswerter, die Temperaturen auf der Darre im Malze statt in der Luft zu messen, und zwar in der Weise, daß man an einigen Stellen der Horde das Thermometer etwa 1 cm über dem Hordenbleche in das Malz steckt. Hierzu eignet sich sehr gut das von Gloßner konstruierte Thermometergestell mit zylindrisch durchgebrochenen Füßen, in dessen Mitte das Thermometer in passender Weise eingesteckt wird. Eckhardt (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1908) empfiehlt zur raschen Ermittelung der Höchsttemperatur im Malz an verschiedenen Stellen der Horde eine Vorrichtung, die aus einer kreisrunden mit langstieligem Handgriff versehenen und auf drei Füßen freizustellenden Eisenplatte besteht, die beliebig höher oder tiefer gestellt werden kann. Die Vorrichtung wird beim Laufen des Wenders automatisch herausgehoben und wieder in das Malz versenkt.

Erwähnt seien ferner das in gleicher Weise konstruierte Darrkontrollthermometer von Erhard Prell, die elektrischen Fernthermometer von Siemens & Halske, von Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. und Harens in Hanau. Gerade die letzteren ergaben bei der Prüfung eine außerordentliche Empfindlichkeit und genaue Registrierung innerhalb der für die Abdarrung in Betracht kommenden Temperaturen. Vorzüglich bewährt haben sich in der Praxis zur Kontrolle der Temperaturen auf der Darre die registrierenden Thermometer von Sendtner in München, die gegenüber ähnlichen französischen Apparaten, Richard Frères, den Vorteil besitzen, daß die Temperaturen der Darre außerhalb des Darraumes abgelesen werden können. Sehr zu empfehlen ist, unter jeder Horde ein solches Thermometer anzubringen. Die Abdarrtemperatur wird entweder bei gleichmäßiger Steigerung der

Temperatur erst am Ende des Darrprozesses erreicht, oder, wie besonders bei Malz für bayrische Biere, je nach der Darrdauer 3 bis 6 Stunden eingehalten.

Das Malz muß während des Darrens öfters gewendet, umgeschlagen werden. Für gewöhnlich geschieht dieses Wenden sowohl auf der oberen als auch auf der unteren Horde jede Stunde. Es ist dies auch wieder einigermaßen bedingt durch die Zugverhältnisse der Darre und die Beschaffenheit des zu erzeugenden Malzes. Das Wenden geschieht entweder durch Handarbeit mit der Malzschaufel oder durch mechanische Wendeapparate. Das Wenden des Malzes auf den Horden ist eine sehr wichtige Operation, um der Wärme und Luft leichteren Einfluß auf alle Schichten des Malzes zu verschaffen und die Malzschichten möglichst locker zu halten; es ist aber auch die Handarbeit zumal auf der unteren Horde eine lästige, der Gesundheit des Mälzers keineswegs zuträgliche Beschäftigung. Aus letzterem Grunde wird vielfach das Wenden des Malzes durch sog. Wendeapparate besorgt. Es sind mehrere Systeme im Gebrauch, eingerichtet für Hand- oder Maschinenbetrieb. Soll der Wendeapparat seinen Zweck voll erfüllen, was aber nicht immer der Fall ist, so muß er das Malz vom Boden der Horde wegnehmen und in Wirklichkeit umwenden und nicht bloß rühren. Ungleich gedarrtes Malz wäre ja sonst die Folge. Den Wendeapparat ununterbrochen gehen zu lassen dürfte nicht zweckmäßig sein.

Wie bemerkt, wird durch das Darren der Charakter des Malzes bedingt, ob das Malz geeignet ist zur Bereitung dunkler, vollmundiger, mittelfarbiger, oder lichter weiniger Biere. Bei Malz für bayrische Biere will man ein starkes Röstaroma und einen ausgesprochenen Röstgeschmack. Zur Erzielung dieser Eigenschaften ist nicht etwa lange Darrdauer und hohe Abdarrtemperatur allein maßgebend, sondern die Einwirkung nicht zu hoher Temperatur bei Vorhandensein einer noch etwas größeren Menge von Feuchtigkeit im Malze.

Wenn Grünmalz auf der oberen Horde bei starkem Luftzug langsam erwärmt wird und höhere Temperaturen von

70 bis 90° C im Malze erst zu beobachten sind, wenn es nur mehr einen Wassergehalt von 5 bis 3 bis 2 % enthält, so wird man von dem Auftreten des Röstaromas, von einer Färbung des Mehlkörpers nichts merken; noch weitere Temperatursteigerung würde eine Bräunung, selbst Schwärzung der Hülse und des Mehlkörpers, eine Bildung brenzlig riechender Stoffe zur Folge haben, es würde nicht Darrmalz, sondern Farbmalz resultieren.

Kommt hingegen Malz mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 bis 10 % mit Temperaturen von 75 bis 90° C in Berührung, so wird, ja selbst noch bei niedrigeren Temperaturen, deutlich Röstaroma sich zeigen und unter gewissen Bedingungen der Mehlkörper mehr oder weniger gefärbt erscheinen. Ein entsprechender Wassergehalt im Malze bei Einwirkung gewisser Temperaturen bewirkt jene Veränderungen im Malze, die sich durch charakteristischen, aromatischen Geruch und Geschmack zu erkennen geben. Würde aber die Temperatur bei noch großem Feuchtigkeitsgehalt des Malzes zu rasch gesteigert, so tritt Glasmalzbildung ein, die Diastase wirkt umändernd auf Stärke ein, die Stärke verkleistert mehr oder weniger, der Mehlkörper oder Teile von ihm bekommen eine harte, glasige Beschaffenheit.

Für die Richtigkeit des oben Angeführten sprechen auch die Versuche Delbrücks über die Frage: Welchen Wassergehalt soll das Malz beim Abdarren haben?

Durch künstliches Austrocknen wurden Malze hergestellt von verschiedenem Wassergehalt: 9,7; 4,7; 2,7; 1,8; 0,9 %. Diese Malze wurden nun in geschlossenen Flaschen auf der Darrtemperatur von 98 bis 100° C gehalten. Es ergab sich sodann bei der Farbebestimmung des wässerigen Malzauszuges mit $^{1}/_{10}$ Normaljodlösung, daß mit der größeren Wassermenge auch die Intensität der Farbe sich steigert. Ferner wurde Malz mit einem Wassergehalt von 10, 20, 30 % sechs Stunden lang in geschlossenen Gefäßen erwärmt bei Temperaturen von 45 bis 55 bis 70° C, hierauf das Malz wieder künstlich getrocknet und dann abgedarrt. Bei

darauffolgender Farbebestimmung ergab sich, daß der Wassergehalt von 10 % ohne wesentliche Einwirkung darauf ist, ob das Malz, das bei diesen Temperaturen gehalten ist und dann getrocknet wird, nachher beim Abdarren eine dunklere oder hellere Farbe gibt. Der Wassergehalt von 20 % ergibt ein Malz von der fast dreifach stärkeren Farbentiefe gegenüber dem Wassergehalt von 10 %. In der Praxis kommt es nun vor, daß Malze mit einem Wassergehalt von 18 bis 15 % Temperaturen zwischen 42 bis 55 ° C 6 bis 8 Stunden hindurch, zumal bei 48 stündiger Darrdauer, ausgesetzt sind, und deshalb dürfte die ausgesprochene Ansicht Delbrücks richtig sein: Die Farbe und das Aroma des Malzes wird durch die Abdarrtemperatur und den noch vorhandenen Wassergehalt entschieden, aber vorbereitet wird diese Entscheidung auf der oberen Darre. Was aus einem Malze wird, das wird auf der oberen Darre entschieden, das Abdarren ist nur die Ergänzung der oberen Darre.

Der Behandlung des Malzes auf der oberen Horde muß schon eine große Aufmerksamkeit geschenkt werden, worin es aber noch vielfach fehlt. Um die Temperatur im Malze auf der oberen Darre kümmert man sich in der Regel nicht; und doch ist es von großer Wichtigkeit, daß das Austrocknen des Malzes mit der Temperatursteigerung in einem bestimmten Verhältnisse stattfindet.

Bei bayrischem Malze muß Röstaroma vorhanden sein, das ja dem daraus erzeugten Biere den beliebten Geschmack erteilt. Es ist bereits gesagt worden, wie ein Malz auf der Darre zu behandeln ist, um dieses Aroma zu erhalten. Es ist sicher, daß nicht der eine oder andere Bestandteil des Malzes durch Einwirkung hoher Temperatur das Auftreten des Malzaromas wenigstens ausschließlich bedingt, sondern daß beim Darren durch die Gegenwart von Feuchtigkeit Stoffe gebildet werden, deren Veränderungen bei Einwirkung höherer Temperatur dieses Aroma geben.

Abgesehen von einer entsprechenden Berücksichtigung der Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse beim Darren

wird mit einem Grünmalze um so eher ein aromatisches Malz zu erzielen sein, je mehr Invertzucker bzw. Rohrzucker, transitorische Stärke und Enzyme das Malz enthält. Diese Bedingungen wird stets am besten ein kräftig entwickeltes Grünmalz mit langem Blatt- und Wurzelkeime erfüllen, kurz, ein Malz, wie es bei der in Bayern üblichen Praxis der Malzbereitung erzeugt wird.

Bei dem Darrprozesse gehen, wie aus dessen Besprechung zu ersehen ist, wesentliche Veränderungen im Malze vor sich.

Die Extraktausbeute des Malzes nimmt durch das Darren ab. Grünmalz und Malz von der oberen Horde geben größere Extraktausbeute als fertiges Darrmalz.

Die diastatische Kraft wird vermindert. Grünmalzwürzen zeigen eine größere Menge leicht vergärbaren Zuckers als Darrmalzwürzen. Durch das Darren wächst das Verhältnis des Zuckers zu Nichtzucker zugunsten des Nichtzuckers.

Auch die stickstoffhaltigen Bestandteile des Malzes erleiden eine Veränderung. Ein Teil wird durch den Darrprozeß unlöslich.

Die äußeren Eigenschaften eines Malzes geben schon Anhaltspunkte zu dessen Beurteilung und Wertschätzung. Gutes Darrmalz zeigt einen angenehmen, aromatischen Geruch, besonders bei bayrischem Malze.

Da durch das Mälzen und Darren (abgesehen von sehr hohen Darrtemperaturen) Form und Farbe der Gerste nicht wesentlich beeinflußt werden, soll die Farbe lichtgelb sein.

Das Korn soll vollbauchig sein und im Wasser nicht untersinken.

Der Mehlkörper muß leicht zerreiblich, gleichmäßig mürbe sein, niemals darf er gelb oder gar braun gefärbt sein.

Der Geschmack des Darrmalzes soll süß sein, mehr oder weniger hervortretend, je nachdem das Malz zur Erzeugung dieser oder jener Biersorte Verwendung findet. Geschmack,

ähnlich wie der des Grünmalzes, zeigt ungenügendes Ausdarren des Malzes.

Das Hektolitergewicht eines guten Darrmalzes ist gewöhnlich 52 bis 54 kg, eher unter 52 kg.

Entkeimen und Putzen des Malzes.

Das Malz muß bald nach Beendigung des Darrprozesses entkeimt und geputzt werden. Die Wurzelkeime enthalten einen Bitterstoff, der dem Biere einen unangenehmen Geschmack verleihen würde, außerdem wären sie auch auf die Farbe der Würze und des Bieres von Einfluß. Die Wurzelkeime sind nun sehr hykroskopisch, d. h. sie nehmen mit großer Begierde Wasser aus der Luft auf, sie verlieren ihre Sprödigkeit und lassen sich dann vom Malze nicht mehr sauber trennen. Weiter ist auch noch zu bedenken, daß das Malz selbst, wenn es mit den Keimen länger liegen bleibt, größere Mengen Feuchtigkeit aufnimmt. Das Malz kommt von der Darre mit einem Wassergehalt von 1,5 bis 3 %. Es wird bei guter Aufbewahrung, bis es zum Verbrauen verwendet wird, einen Wassergehalt bis zu 5 % zeigen. Wird jedoch das Malz mit den Keimen aufbewahrt, so kann der Wassergehalt bis auf 10 % und darüber steigen. Das Verbrauen so feuchten Malzes kann verschiedene mißliebige Erscheinungen zur Folge haben, abgesehen, daß bei Malzsteuer auch der Geldpunkt in Frage kommt. Freilich kann das Malz, ist es zu feucht geworden, vor der Verwendung durch das Nachdarren wieder getrocknet werden; allein geschieht dieses Nachdarren nicht mit der gehörigen Vorsicht, bei niedriger Temperatur, unter 50 ° C, und starkem Luftzug, so kann das Malz großen Schaden leiden. Andererseits kommt doch auch in Betracht, daß das Nachdarren Brennstoffaufwand bedingt, der erspart bleiben könnte. Das Malz muß also alsbald nach dem Darren entkeimt werden. Solange das Malz warm ist und infolgedessen die Wurzelkeime spröde sind, lassen sich diese leicht und vollständig abreiben. Dieses Entkeimen, womit zugleich ein

Putzen des Malzes verbunden wird, geschieht heutzutage hauptsächlich mit für diesen Zweck konstruierten Maschinen (Abb. 37). Es gibt verschiedene Konstruktionen von Entkeimungs- und Putzmaschinen. Es kann gesagt werden, daß die Entkeimungs- und Putzmaschinen, wie solche von den

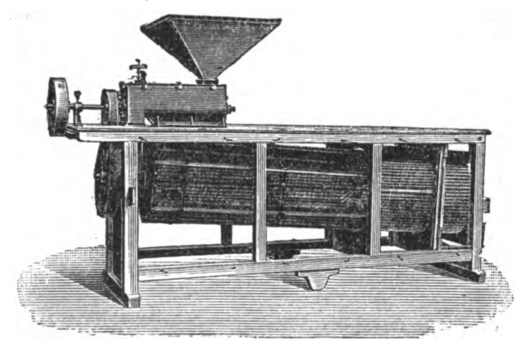


Abb. 37. Malzentkeimungs- und Reinigungsmaschine von Steinecker.

Die Maschine besitzt einen Entkeimer, welcher das Malz gründlich abreibt. In den unterhalb liegenden Zylinder werden zuerst die Keime, dann ganz schwaches Malz und hierauf Steine ausgeschieden. Der Kraftbedarf ist gering, weshalb die kleineren Nummern dieser Maschine auch für Handbetrieb benützt werden.

verschiedensten Maschinenfabriken geliefert werden, im allgemeinen den Ansprüchen vollkommen entsprechen. Soll eine solche Maschine ihren Zwecke erfüllen, so ist zu verlangen, daß die Keime vollkommen vom Korne losgetrennt werden, ohne daß dieses irgendwie beschädigt wird, und daß eine Sonderung der Keime, des Staubes, des Unrates von dem geputzten Malze möglich ist.

Von den Vorteilen einer vollständigen, gründlichen Reinigung des Malzes überzeugt, werden seit Jahren auch noch sog. Poliermaschinen benützt. Entsprachen auch anfänglich diese Maschinen nicht alle den Anforderungen, indem manche die Malzkörner verletzten und Stärkeverluste verursachten, so kann jetzt gesagt werden, daß neue verbesserte Anlagen vollständig befriedigende Resultate liefern.

Hingewiesen sei auf derartige Anlagen von Steinecker, Freising; Sommer, Landshut; Stummbeck, Rosenheim; Knogler, Geisenfeld; Alt, Almannstein.

Die Malzkeime finden als Futtermittel Verwendung. Dabei ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß durch sorgloses Aufbewahren diese nicht feucht geworden sind, wodurch sie schimmelig werden und leicht verderben. Keime von hochabgedarrtem Malze, die infolgedessen mehr oder weniger braungefärbt sind, haben geringeren Fütterungswert. Je nach der Beschaffenheit der Gerste und nach deren Behandlung auf der Tenne (starkes oder weniger starkes Gewächs) erhält man 3 bis 5 % des Gewichtes der verwendeten Gerste.

100 Gewichtsteile Malzkeime enthalten im Mittel:

Trockensubstanz	89,91
Stickstoffhaltige Substanz	24,18
Fett	2,10
Stickstofffreie Extraktstoffe	42,11
Holzfaser	14,33
Asche	7,19

Aufbewahren des Malzes.

Frisches Malz zu verbrauen ist nicht vorteilhaft. Schultze sagt: Gutes, d. i. im Korne, Mälzung und Darrung fehlerfreies, aber junges Malz gibt beim Brauen stets eine Würze, die opalisierend von den Trebern abläuft und nach dem Hopfensud mit mehr oder weniger fuchsigem Ansehen auf der Kühle liegt. Wird aber dasselbe Malz nach einem Alter von mindestens sieben Wochen verbraut, so läutert die resultierende Würze, vorausgesetzt, daß der Läuterboden keine Träber hindurchläßt, blank ab und liegt nach dem Hopfensude mit sog. schwarzen Spiegel auf der Kühle. Die Eiweißstoffe nämlich, die das Opalisieren der Würze aus jungem Malze veranlassen, werden beim Ablagern unlöslich.

Das Malz muß direkt von der Darre weg, wie oben angeführt, entkeimt werden und soll nun zunächst in dünner

Schicht ausgebreitet, in trockenen Räumen offen einen oder zwei Tage abkühlen. Unter dem Einfluß der Luft gehen vorteilhafte Veränderungen im Malze vor sich. Der Wassergehalt, der im frischen Malze 1,5 bis 3 % beträgt, wird dabei bis zu 4 bis 5 % steigen. Dieser Wassergehalt soll nun auch bei längerem Lagern des Malzes nicht viel mehr zunehmen, jedenfalls darf er 6 % nicht überschreiten. Eine größere Wasseraufnahme schädigt das Malz und durch eventuelles Nachdarren wird keine wesentliche Verbesserung erzielt. Hat das Malz gut ausgekühlt, so bewahrt man es zum Schutze gegen Feuchtigkeit in gut verschließbaren Kasten von Holz oder Metall auf. Sind solche nicht zur Verfügung, so setzt man das Malz in hohen Haufen zusammen, kann es dann auch mit Wurzelkeimen oder Hopfensäcken bedecken, um es dadurch vor Staub und Feuchtigkeit zu schützen. Warmes Malz darf nicht in hohe Haufen oder gar in geschlossene Kasten gebracht werden, es könnte sonst im Malze eine so bedeutende Temperatursteigerung eintreten, daß ein großer Teil der Diastase geschwächt oder zerstört wird, ja sogar Verkohlung und Selbstentzündung des Malzes herbeigeführt würde.

Gewichts- und Volumveränderung der Gerste durch das Mälzen.

Thausing gibt darüber in seinem Werke „Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation“ folgende Zahlen an:

100 Gewichtsteile lufttrockener Gerste mit 86 % Trockensubstanz zeigen einen Verlust

beim Mälzen von 9,3 Gewichtsteilen,
„ Weichen „ 1,3 „
„ Keimen „ 5,0 „
Keime . . . . . . 3,0 Gewichtsteile.

100 Gewichtsteile Gerste mit 86 Gewichtsteilen Trockensubstanz liefern:

141,1	Gewichtsteile	quellreife Gerste,
134,2	"	Grünmalz,
79,7	"	Malz- und Malzkeimetrockensubstanz,
80,9	"	frisches Malz einschl. Keimen,
3,0	"	Malzkeime,
76,7	"	Malztrockensubstanz,
77,9	"	frisches, entkeimtes Malz mit 1,5 % Wasser,
82,9—85	"	gelagertes Malz mit 5—8 % Wasser.

Diese durch Berechnung gefundenen Zahlen stimmen ziemlich mit den Ergebnissen der Praxis überein, so daß man annehmen kann, daß 100 kg lufttrockene Gerste im Mittel geben:

1,2	Schwemmlinge und Weichverlust,
150	quellreife Gerste,
140	Grünmalz
78	Darrmalz geputzt, frisch
80	Darrmalz geputzt, abgelagert,
3	Malzkeime.

100 hl zum Einweichen kommender Gerste geben etwa im Mittel:

140 quellreife Gerste,
210 Grünmalz,
100 entkeimtes Darrmalz.

Einen verlässigen Maßstab über den Mälzungsverlust usw. wird man nur dann haben, wenn alle Angaben auf Trockensubstanz lauten, der Wassergehalt somit ermittelt wird.

Farbmalz.

Die dunkle Farbe der Biere, wie solche in manchen bierproduzierenden Ländern, z. B. Bayern, gewünscht wird, kann nicht durch das Malz selbst erzielt werden. Man benützt deshalb eigens zu diesem Zwecke bereitetes, sog. Farbmalz oder Farbebier oder Couleur. Farbmalz (gewöhnliches) ist

ein Malz mit dunkelbrauner Hülse und schwarzbrauner Bruchfläche. Es entsteht, wenn unvollständig ausgetrocknetes Malz ziemlich rasch über 60 bis 75° C erhitzt wird. Ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt des Malzes trägt wesentlich zur Bräunung des Mehlkörpers bei. Es wird sich daher empfehlen, für die Farbmalzbereitung das hierzu in Verwendung kommende Malz zu einer Zeit von der Darre zu nehmen, wenn sich die Keime gerade entfernen lassen und das Korn noch nicht spröde ist, etwa beim Herunterschaffen des Malzes von der oberen auf die untere Horde. Wird fertiges Darrmalz verwendet, so wird dieses vor dem Rösten etwas mit Wasser angefeuchtet. Das Rösten geschieht in eigenen Röstmaschinen, in Farbmalztrommeln. (Abbild. 38). Es muß nämlich zur entsprechenden Veränderung der Stärke und übrigen Bestandteile des Malzes eine Temperatur von 150 bis 200° angewendet werden. Eine derartige Temperatur ist aber bei den gewöhnlichen Darrapparaten ohne Gefahr nicht zu erreichen. Übrigens muß auch bei Anwendung von Röstmaschinen mit großer Vorsicht gearbeitet und besonders der Umstand beachtet werden, daß das Röstmalz im heißen Zustande an der Luft stark nachdunkelt. Die Röstung ist daher im richtigen Moment zu unterbrechen. Eine Verkohlung des Malzes, wenn auch nur teilweise, muß aus-

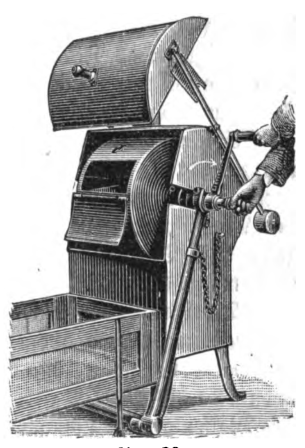


Abb. 38.
Farbmalzbrenner von Steinecker.
Die Trommel dieses Apparates ist aus einem kurzen Zylinder und zwei Kugelabschnitten hergestellt und innen befinden sich Mischschaufeln, so daß das Röstgut infolge der energischen Mischung sich gleichmäßig färbt. Zum Probeziehen während der Benützung ist in einem der hohlen Achsenstummeln ein Probezieher angebracht.

geschlossen sein, denn verkohltes Malz besitzt kein Färbevermögen, hingegen treten brenzlig riechende und schmeckende Stoffe auf. Ein Farbmalz wird dann als gut zu bezeichnen sein, wenn es sich leicht zerreiben läßt, hierauf mit Wasser gekocht und filtriert nach dem Verdünnen eine völlig klare Lösung gibt, die durch Jodlösung keine charakteristische Färbung zeigt. Das Färbevermögen soll möglichst stark sein, d. h. man soll nur wenig benützen müssen, um die gewünschte Farbe im Biere zu erhalten.

Seit längerem werden auch Farbmalzsorten, Patentfarbmalz, Kristallfarbmalz, Karamelmalz, empfohlen, deren Hülsen nahezu strohgelb bis bernsteingelb erscheinen, der Mehlkörper jedoch dunkelbraune, glasige Beschaffenheit zeigt. Die Darstellung solcher Farbmalze beruht darauf, daß Grünmalz oder stark durchfeuchtetes Darrmalz bei einer niedrigen Temperatur von 60 bis 70° C ein bis zwei Stunden einem Verzuckerungsprozeß ausgesetzt wird. Hierauf wird es auf der Darre vorsichtig getrocknet und bei Temperaturen von etwa 130 bis 150° C geröstet. Diese Farbmalzsorten geben mit Wasser gekocht Lösungen, die mit Jodlösung starke Blaufärbung zeigen; sie haben nur ein geringes Färbevermögen und können zur Erzeugung der Farbe für bayrische Biere nicht gebraucht werden. Dem Biere erteilen sie einen angenehmen, vollmundigen Geschmack und empfehlen sich dadurch bei Herstellung von mittelfarbigen Bieren. Solches Farbmalz wird meist unter dem Namen Karamelmalz von Schramm, München, Weyermann, Bamberg u. a. in den Handel gebracht.

Brand (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1902) hat in diesem Malz einen Bestandteil aufgefunden, Maltol genannt, der mit Eisenchlorid dieselbe Farbenreaktion gibt wie Salizylsäure. Um nun einen Brauer, der Karamelmalz mit zur Würzebereitung verwendet, nicht in den Verdacht zu bringen, als ob er Salizylsäure zur Konservierung des Bieres benützt habe, empfiehlt Brand frisch bereitetes Millonsches Reagenz zu gebrauchen. Dieses gibt mit Salizylsäure eine intensive Rotfärbung, reagiert dagegen nicht mit Maltol.

Farbebier.

Es ist gesagt worden, daß es äußerst schwer, ja geradezu unmöglich ist, den Darrprozeß so zu leiten, daß immer Malze resultieren, die ganz und gar gleichmäßig gefärbte Würzen geben. Auch das Resultat der Farbmalzbereitung ist nicht immer ein und dasselbe. Mit Farbebier kann man dem fertigen Biere jede beliebige, vom Konsumenten gewünschte Farbe geben. Die Herstellung von Farbebier geschieht in der ganz gleichen Weise wie die Herstellung von gewöhnlichem Biere. Selbstverständlich wird Farbmalz nicht für sich eingemaischt, sondern vermischt mit Darrmalz etwa in dem Verhältnis: auf drei Teile Darrmalz zwei Teile Farbmalz, um die Umwandlung der Bestandteile des Farbmalzes in entsprechender Weise herbeizuführen. Die Würze wird angestellt und bei der Hauptgärung wie Nachgärung gleich den Darrmalzwürzen behandelt. Ist das Farbebier reif, so ermittelt man die Menge, die dem zum Ausstoß kommenden Biere zuzusetzen ist, um dem Biere die gewünschte Farbe zu verschaffen. Es ist nicht schwer, das ganze Jahr hindurch ganz gleichmäßig gefärbtes Bier zu haben. Doch hat dies zu Mißbräuchen geführt, indem man aus ein und demselben Faß verschieden gefärbte und verschieden benannte Biere zum Ausstoße bringt. Es ist jedoch ein Irrtum zu glauben, durch Farbebier oder Couleurzusatz einem Biere, aus einem niedrig gedarrten Malze erzeugt, die Eigenschaften eines bayrischen Bieres zu geben. Man kann zwar die Farbe dunkel machen, nicht aber das Bier vollmundig, denn lichtgedarrte Malze geben weinige Biere.

Zuckercouleur.

Auch Zuckercouleur wird vielfach zum Färben des Bieres verwendet. In Bayern ist der Gebrauch verboten, weil in der Couleur Glyzerin, gärungsfähiger Zucker usw. nachgewiesen wurde. Zur Herstellung wird Stärkezucker oder Stärke-

zuckersyrup in eisernen Kesseln erhitzt und hierbei Soda oder Ätznatron zugesetzt. Es tritt Bräunung ein und die Farbe wird mit der Steigerung der Temperatur immer dunkler, es bildet sich Karamel und Assamar. Die Temperatur darf über 200 ° C nicht erhöht werden. Die fertige Couleur, wie sie in den Handel gebracht wird, muß ins Bier gerührt sich vollkommen lösen. Das klare glänzende Bier darf seinen Glanz dadurch nicht verlieren oder blind und trübe werden. Gerade nach dieser Richtung und weiter hinsichtlich der Geschmacksveränderung des Bieres hat man häufig schon ungünstige Erfahrungen bei Verwendung von Couleur machen müssen.

Dritter Abschnitt.

Der Brauprozeß.

Gewinnung der Würze.

Der Brauprozeß hat den Zweck, aus dem Malze mit richtig temperiertem Wasser die Extraktbildner in Lösung zu bringen. Vor allem muß das Stärkemehl durch die Wirkung der Diastase in Zucker und Dextrin abgebaut werden. Dieser zuckerige, gummöse Auszug wird Würze genannt. Die Würze nimmt beim Kochen mit Hopfen gewisse Bestandteile auf, wodurch der Charakter des Bieres mit bedingt wird.

Auch der Brauprozeß gehört zu den wichtigsten Faktoren der Bierfabrikation. Wie es unmöglich ist, aus schlechten Rohmaterialien, fehlerhaftem Malze usw. ein tadelloses Bier herzustellen, so ist dies andererseits auch nicht möglich, wenn im Brauprozeß Fehler gemacht werden.

Ein weiterer Punkt, der hier ebenfalls Beachtung finden muß, ist der, das Malz möglichst gut auszubeuten, um billig zu produzieren.

Bei dem Brauprozesse kommen folgende Operationen in Betracht:

Das Brechen, Schroten des Malzes.
Das Maischen.
Das Abläutern (Ziehen der Würze).
Das Kochen der Würze mit Hopfen.
Das Kühlen der Würze.

Das Brechen des Malzes.

Sehr empfehlenswert ist es, das Malz vor dem Schroten nochmals zu putzen und von dem anhaftenden Staub und

fremdartigen Beimengungen zu reinigen. Abgesehen davon, daß dadurch Betriebsstörungen vermieden werden können, ist es auch nicht ohne Bedeutung bei Malzsteuer. Man ermittle einmal, was mit einer guten Putz- oder Poliermaschine an wenn auch nicht immer direkt schädlichen, aber gewiß wertlosen Substanzen entfernt wird. Für die ganze Sudkampagne wird dies ein hübsches Quantum ausmachen, wofür bei Malzsteuer dieselbe Summe Geldes ausgegeben wird, als ob es sich um Malz handeln würde. Freilich ist die Menge dieses Staubes wesentlich abhängig von der Art der Aufbewahrung des Malzes.

Das Brechen des Malzes hat den Zweck, beim späteren Maischprozeß die einzelnen Malzbestandteile, besonders das Malzmehl, in innige Berührung mit dem Wasser zu bringen, um eine leichtere und bessere Extrahierung des Malzes zu erreichen und die Wirkung der verschiedenen Maischtemperaturen gleichmäßig zu gestalten. Dies ist freilich auch davon noch abhängig, wie das Malz gebrochen, geschroten ist, ob fein oder grob. Es ist daran nicht zu zweifeln, daß bei feinerem Schroten der voraus angeführte Zweck am besten erreicht wird, allein wenn zu weit gegangen wird, so kann man auch schlimme Erfahrungen machen. Früher wurde das Malz von fast allen Brauereien in den gewöhnlichen Mahlmühlen gebrochen. Die Beschaffenheit des Malzschrotes war dabei hauptsächlich durch die Beschaffenheit des Malzes bedingt. Ein verschiedenes Stellen der Mühle kam nicht vor. Das Malz wurde zunächst mit etwas Wasser besprengt, um eine Erwärmung und ein förmliches Mahlen zu vermeiden. Je nach der Art und Länge der Lagerung des Malzes und dem dadurch bedingten Wassergehalte mußte ein feineres oder gröberes Schrot erhalten werden. Frisch gedarrtes und mithin sprödes Malz mußte ein feineres Schrot geben als länger gelagertes Malz, dessen Wassergehalt 6 bis 8 % betrug. Heutzutage kommt das Brechen des Malzes in Mahlmühlen wohl nur noch vereinzelt vor. In jeder auch nur mit den einfachsten maschinellen Einrichtungen versehenen Brauerei

ist jetzt eine Schrotmühle aufgestellt. Dadurch hat es der Brauer in der Hand, sein Malz grob oder fein zu brechen. Feines Schroten ist für die Ausbeute des Malzes immer von Vorteil, doch kann ein zu feines Schrot, zumal wenn auch die Hülsen zu stark zerkleinert sind, Schwierigkeiten beim Ziehen der Würze verursachen, wodurch der Vorteil hinfällig werden könnte. Tadelloses, mürbes Malz wird auch bei weniger feinem Schrot gut extrahiert.

Von einer guten Malzschrotmühle muß man verlangen, daß kein Korn ungebrochen bleibt, ein Verstauben von Mehl möglichst vermieden wird und daß durch vorhandene Stellschrauben ein gewünschter Feinheitsgrad des Schrotes erhalten werden kann.

Solch günstig beschaffenes Schrot erzielt man durch Zerkleinern des Malzes zwischen glatten Walzen. Vorzüglich geeignete Schrotmühlen werden geliefert von den Maschinenfabriken Riedinger in Augsburg, Gebrüder Seck in Dresden, Germania in Chemnitz.

Mit den Schrotmühlen war früher, zumal in Bayern, ein Meßapparat in Verbindung, um die Menge des geschroteten Malzes für einen Sud in Hektolitern ablesen zu können. Seit Einführung der Gewichtssteuer ist an dessen Stelle ein Wägeapparat getreten.

Sudhaus. Bei der Anlage und Einrichtung eines Sudhauses (Abb. 39) ist darauf zu sehen, daß dieses geräumig ist, damit die einzelnen Operationen bequem und rasch geschehen können und damit die größte Reinlichkeit beobachtet werden kann. Der Fußboden muß aus einem dichten, harten Pflasterungsmaterial hergestellt sein, für rasches Ablaufen des Schmutzwassers sowie auch für Entfernung des Wasserdampfes muß gesorgt werden.

Unter Bezugnahme auf das am meisten zur Anwendung kommende Maischverfahren finden sich in einem vollkommen eingerichteten Sudhaus folgende Geräte und Apparate:

1. Der Maischbottich mit dem Vormaischapparat und der Maischmaschine.

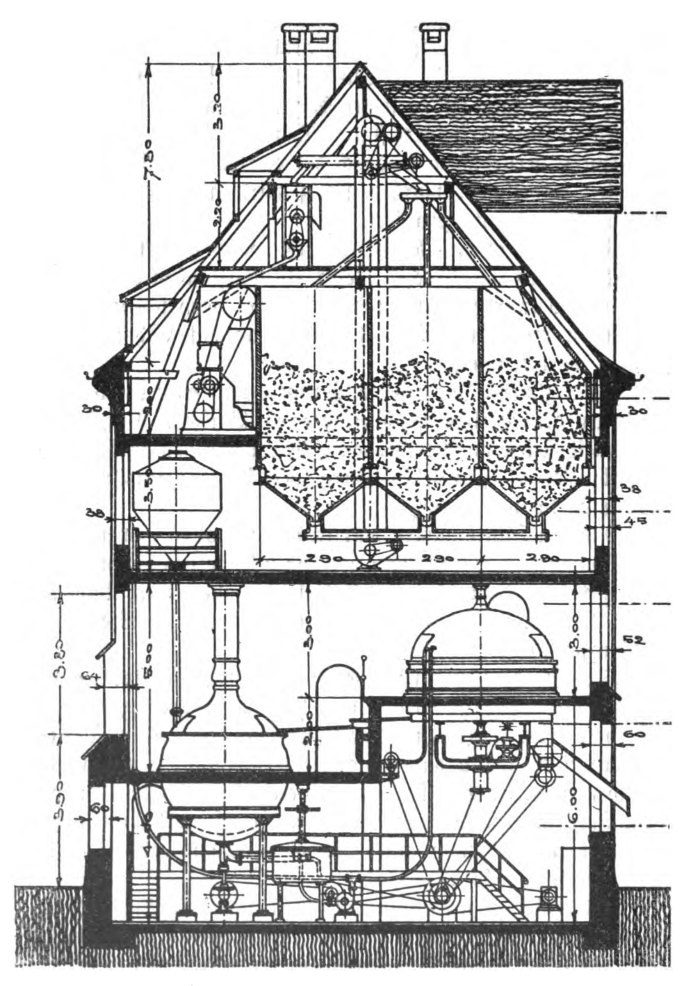


Abb. 39. Doppeltes Sudwerk von Steinecker.

2. Die Maischpfanne mit dem Rührwerk.
3. Der Läuterbottich mit Aufhackmaschine und mit einer Anschwänzvorrichtung.
4. Die Würzepfanne.
5. Die Pumpen.

Der Maischbottich dient dazu, ein inniges Mischen vom Malzschrot und Wasser während des ganzen Maischprozesses herbeizuführen. Heutzutage werden die Maischbottiche, sowie alle Geräte und Einrichtungsgegenstände in Brauereien, wo immer sich Holz durch Eisen ersetzen läßt, am zweckmäßigsten aus Eisen hergestellt. Damit eine zu starke Abkühlung der Maische möglichst vermieden wird, umgibt man den Maischbottich mit einer Holzverschalung. Die runde Form des Maischbottichs ist die beste, weil die Wirkung der Maischmaschine in diesem Falle am vorteilhaftesten zur Geltung kommt. Die Maischmaschine, die man jetzt fast überall findet und die Maischscheite oder Krücken ersetzt, hat den Zweck, die Maische gut durchzuarbeiten, die Temperatur der Maische gleichmäßig zu verteilen. Die verschiedensten Maischmaschinen findet man im Betriebe. Nicht immer sind die kompliziertesten und schwerfälligsten die geeignetsten. Jene wird sich am besten bewähren, die ohne viel Kraftaufwand in Bewegung gesetzt werden kann, die Maische vom Boden weg gut durcheinanderrührt und dabei dauerhaft ist. Vielfach wird jetzt, zumal in größeren Brauereien der sog. Propeller, bestehend aus einem eisernen Flügelpaar von Schraubenform, benützt, womit eine lebhafte Bewegung und ein inniges Mischen der Maische ermöglicht wird.

An dem Maischbottich ist ein sog. Vormaischapparat angebracht. In diesem geschieht die Vermischung des Malzschrotes mit dem Wasser und die Maische gelangt dann in den Maischbottich. Ein Vormaischapparat soll in keiner Brauerei fehlen. Die Vorteile eines solchen liegen ja klar vor Augen. Kleine Mengen von Schrot werden mit Wasser innig vermischt, es findet keine Klumpenbildung statt, deren Zerteilung Schwierigkeiten macht. Das Einmaischen erfolgt in kürzerer

Zeit und, was hauptsächlich in Betracht kommt, jegliches Verstauben von Malzmehl wird verhindert. Der Vorwurf, daß durch Vormaischapparate Störungen eintreten können ist nur dann berechtigt, wenn es an der gründlichen Reinlichkeit fehlt, Malzteile im Vormaischer bleiben und in Zersetzung übergehen. In kleineren Brauereien, solchen mit einfachem Sudwerk, dient der Maischbottich zugleich als Läuterbottich. In diesem Falle ist er mit einem Senkboden und einer Vorrichtung zum Ziehen der Würze, den Läuterhähnen, versehen. Zweckmäßiger ist jedenfalls die Aufstellung eines eigenen Maischbottichs und Läuterbottichs. Abgesehen davon, daß mit einem einfachen Sudwerk nicht so häufig gebraut werden kann, liegt die Gefahr von Betriebsstörung und schlechter Ausbeute, wenn nicht sehr vorsichtig gearbeitet wird, viel näher. Beim Maischen und Ziehen der Würze soll dies etwas erläutert werden.

Die Maischpfanne, der Maischkessel wird gebraucht, um das Maischwasser zu erhitzen und die Maischteile beim Dickmaischverfahren zu kochen. Die Maischpfanne wird entweder aus Eisen oder Kupfer hergestellt. Letzteres ist ob seiner Dauerhaftigkeit und besseren Wärmeleitungsfähigkeit vorteilhafter, aber es ist auch viel teurer. Das Eisen besitzt den Nachteil, daß der Pfannboden leicht durchbrennt, zumal wenn der Kessel nicht vorsichtig eingemauert ist. Man sucht sich in der Weise zu helfen, daß man für den Kesselboden stark gewölbtes dickes Kupfer- oder Stahlblech wählt. Die Form des Maischkessels ist meist rund. Sowohl die Maisch- wie die Würzepfanne sind mit einem Deckel versehen. Die beim Maische- und Würzekochen sich bildenden Wasserdämpfe werden mittels eines Dunstkamines abgeführt. An dem Deckel sind Zuleitungen für kaltes und warmes Wasser angebracht, ebenda befindet sich auch das Zuleitungsrohr für die Maische, wenn der Maischbottich höher als die Pfanne steht. Der Ablauf der Maische geschieht durch ein Rohr, das an der vorderen Seite des Kessels sich befindet und wie das Zuleitungsrohr der Maische am Maischbottich durch ein Schieber- oder Schraubenventil verschließbar ist. Um die Maische beobachten und nach

Beendigung des Maischprozesses die Pfanne reinigen zu können, ist ein Türchen am Deckel vorhanden. Um das Anbrennen der Maische zu vermeiden, ist im Kessel ein einfach gebautes Rührwerk angebracht. Am unteren Ende einer vertikalen Welle befinden sich zwei Arme, an denen Haken oder Ketten befestigt sind, die auf dem Boden des Kessels schleifen.

Der Läuterbottich, in dem nach Beendigung des Maischprozesses die Maische auf Ruhe kommt und hernach die Würze von den Trebern getrennt wird, ist ebenfalls am zweckmäßigsten aus Eisen hergestellt und besitzt, wie der Maischbottich, eine runde Form. Er hat größeren Durchmesser als der Maischbottich. Begründet ist dies damit, weil die Treberschichte eine gewisse Höhe nicht übersteigen, aber unter 32 cm auch nicht fallen soll, wodurch das Abläutern der Würze erschwert wird. Im Läuterbottich liegt auch der Senkboden, mit dem die Würze von den Trebern getrennt wird. Er besteht aus einer größeren Anzahl kupferner oder eiserner Platten, in neuerer Zeit auch aus bronzenen, die kleine Löcher oder Schlitze besitzen. Diese Platten müssen so eingelegt werden, daß keine Fugen entstehen, sie dürfen aber auch nicht dicht auf dem Boden des Läuterbottichs aufliegen. Aus diesem Grunde sind an den Platten kleine Füßchen angebracht, auf denen sie ruhen und wodurch zwischen den Platten und dem Bottichboden ein kleiner Zwischenraum entsteht, aus dem die Würze beim Abläutern durch mehrere am Bottichboden angebrachte Röhren abläuft. Dieser Zwischenraum darf nicht zu bedeutend sein (1,5 bis 2 cm), weil sich sonst zu viel sog. Unterteig hier ansammeln würde, was Schwierigkeiten beim Ziehen der Würze, Trüblaufen, eventuell Verringerung der Ausbeute, Kleistertrübung zur Folge hätte. Wie bemerkt, wird der Seihboden in den letzten Jahren aus Bronze hergestellt. Bronze hat große Härte und Zähigkeit und gestattet, daß mehr Öffnungen angebracht und näher aneinander gerückt werden können, somit die Durchgangsfläche für die Würze größer wird. Ein rasches Ab=

laufen wird auch dadurch erzielt, daß der Raum zwischen dem Rande des Bottichs und dem Senkboden, der sog. tote Raum, nicht zu groß ist. Die Öffnungen des Senkbodens dürfen nicht weit sein, damit nicht gröbere Bestandteile der Maische mitgerissen werden; doch auch zu feine bieten dadurch Schwierigkeiten, daß sie sich leicht verstopfen. Runde Öffnungen mit einem Durchmesser von 1 mm, nach unten sich erweiternd oder geschlitzt, haben sich sehr gut bewährt.

Die Treberaufhackmaschine, die man jetzt fast durchgehends findet, hat den Zweck, die Treber vor dem Zulassen des Anschwänzwassers aufzulockern und gut zu mischen. Sie muß, soll sie gut sein, diesen Zweck voll und ganz erfüllen, ohne Aufwand von viel Kraft. Manchmal kann man finden, daß solche Apparate die Treber nur oberflächlich rühren, die Treber nicht vom Boden wegnehmen, im Gegenteil deren unterste Partie mehr festdrücken. Solche Aufhackmaschinen taugen nichts und man tut in solchem Falle besser, das Umstechen der Treber mit der Schaufel vorzunehmen.

In den letzten Jahren findet die Treberlockerungsmaschine, System Hellwig, sehr viel Verbreitung. Dieses Läuterverfahren besteht darin, daß die sonst gebräuchlichen Aufhackmaschinen durch einen senkbaren, sich langsam und fortwährend bewegenden, mit pflugscharähnlichen Messern versehenen Apparat ersetzt sind. Es wird dadurch die Treberschicht im wesentlichen nur in horizontaler Richtung in ihrer Lage verändert, die vertikalen Schichten dagegen wenig miteinander vermischt.

Sobald die Vorderwürze fast abgelaufen, die Trebern eben sichtbar werden, wird der Apparat vor dem Anschwänzen in die Treber eingesenkt, und zwar in eine Tiefe von 8 bis 10 cm über dem Läuterbottichboden. Während des Abläuterns läßt man den Apparat alle 10 bis 15 Minuten zwei bis dreimal herumgehen. Eine Änderung in der Stellung des Apparates findet nicht mehr statt. Solange der Apparat in Gang ist, wird meist ununterbrochen auf den Würzespiegel angeschwänzt.

Die Erfahrungen, die darüber gewonnen worden sind, lauten im allgemeinen sehr günstig, was Verkürzung der

Abläuterungszeit und vollständigere Extraktgewinnung an- betrifft. Doch sind auch Stimmen über Anstände laut geworden.

Außer dem System Hellwig findet die Auflockerungs- maschine von Ed. Mayer in Ulm vielfach Anwendung und Anerkennung. Diese besteht aus einer um ihre Achse dreh- baren horizontalen Rundeisenstange von der Länge der inneren Weite des Läuterbottichs. An der einen Hälfte dieser Rund- eisenstange sind in nicht großen Abständen pflugscharartig beschaffene Messer mit seitlichen Haspeln angebracht, an der anderen knieförmig gestaltete Messer. Durch diese Vorrichtung werden die Treber aufgelockert und durchschnitten, sowohl in vertikaler wie horizontaler Richtung.

Die Anschwänzvorrichtung. In kleineren Braue- reien wird das Wasser zum Auslaugen der Treber, das Anschwänzwasser, mit einer Gießkanne oder mit Schaffen aufgegossen. Doch das Anbringen von einer Anschwänzvor- richtung ist höchst einfach und ihr Kostenpunkt nicht nennens- wert, daher werden solche vielfach angetroffen. Meist besteht sie aus einem horizontalen, um eine vertikale Achse drehbaren Rohre, das nach dem Prinzip des Segnerschen Wasserrades durch das an beiden Seiten des Rohres in entgegengesetzter Richtung aus feinen Löchern ausfließende Wasser in rotierende Bewegung gesetzt wird.

Die Abläuterbatterie. Am Läuterbottich sind unten am Boden, je nach der Größe des Bottichs, eine Anzahl von Rohren angebracht, durch welche die Würze beim Abläutern entweder in einen Grand oder in eine Sammelrinne oder in ein Sammelrohr und aus diesen in die Würzepfanne läuft oder gepumpt wird. Die Rohre sind mit Wechseln, Läuterhähnen versehen, um den Ablauf der Würze regulieren zu können. Meist findet man eine Sammelrinne im Gebrauche. An dieser wird ein Rohr angeschraubt, durch das die Würze in die Pfanne fließt. Beim Beginn des Abläuterns läuft die Würze trüb und dieser Anteil muß wieder in den Läuter- bottich zurückgebracht werden. Das geschieht nun in der

Weise, daß an der Öffnung der Sammelrinne ein vertikal stehendes Rohr angeschraubt wird, durch das die anfänglich trübe Würze in eine Rinne oder einen Grand fließt, aus denen sie mittels einer kleinen Pumpe in den Bottich gepumpt wird. Dieses Rohr dient nach dem Abläutern auch dazu, um das Glattwasser und das Schmutzwasser beim Reinigen des Läuterbottichs in den Kanal abzuleiten.

Die Würzepfanne. In dieser wird die Würze mit Hopfen gekocht. Von der Würzepfanne gilt das über den Maischkessel Gesagte. Wenn auch Kupfer das beste Herstellungsmaterial ist, so findet man es des Kostenpunktes wegen doch nicht sehr häufig verwendet. Man hat mit eisernen Pfannen keine besonders schlimmen Erfahrungen gemacht. Den Boden der Pfanne aus Stahl oder Kupfer etwas gewölbt zu machen, ist sehr empfehlenswert. Die Form der Würzepfanne ist meist viereckig. Im Gegensatze zu dem Maischkessel ist sie niedriger und flach. Bei einfachem Sudwerk dient sie auch als Maischkessel. Die Würzepfanne ist ebenfalls zweckmäßig, wie bereits erwähnt, mit einem Deckel und Dunstschlauch zu versehen. Für Zuleitung von kaltem und heißem Wasser muß gesorgt sein.

Die Einrichtungsgegenstände eines Sudhauses, wie sie eben besprochen worden sind, werden am zweckmäßigsten in folgender Weise aufgestellt: Maischbottich und Läuterbottich kommen in gleicher Höhe zu stehen; dem Maischbottich gegenüber finde der Maischkessel seinen Platz, dem Läuterbottich gegenüber die Würzepfanne. Maisch- und Würzepfanne liegen tiefer als die beiden Bottiche, wodurch der Ablauf der Maische und Würze sich sehr einfach gestaltet. Diese Geräte werden mit eisernen Galerien umgeben und die Treppen, ebenfalls aus Eisen, in der Weise angebracht, daß man bequem zu den einzelnen Teilen gelangen kann.

Was die Dimension der einzelnen Gefäße anlangt, so ist diese wohl bedingt von der Art der Gußführung und von der Stärke der Ausschlagwürze. Thausing führt als erforderlich für 1 hl Würze eines Sudes an:

1,44 hl Maischbottichraum,
0,66 „ Maischkesselraum,
1,68 „ Läuterbottichraum,
1,30 „ Würzepfannenraum.

Die Pumpen. In einem Sudhause mit doppeltem Sudwerk findet man gewöhnlich zwei Pumpen, die Maischepumpe, welche die Maische aus dem Maischkessel in den Maischbottich und nach dem Abmaischen in den Läuterbottich befördert, und die Würzepumpe, die meist nur den Zweck hat, die Würze beim Ausschlagen aus der Würzepfanne auf die Kühle zu befördern. Es ist dies dann der Fall, wenn die Würzepfanne tiefer steht als der Läuterbottich, bei entgegengesetzter Anordnung wird mit der Würzepumpe die abläuternde Würze aus dem Würzegrand in die Würzepfanne gepumpt. Auch kann sie dazu benutzt werden, die anfänglich trübe ablaufende Würze in den Läuterbottich wieder zurückzubringen, was zwar eine eigene, kleine Pumpe meist besorgt.

Der Konstruktion nach unterscheidet man Wergel-, Kolben- und Zentrifugalpumpen, jene beide hauptsächlich für Handbetrieb und deshalb meist in kleineren Brauereien in Verwendung, diese für Dampfkraft. Die Zentrifugalpumpen finden immer mehr Eingang, und zwar der Billigkeit und Leistungsfähigkeit wegen.

Der Hopfenseiher. Dieser kann ebenfalls als Sudhausbestandteil angeführt werden, obwohl er nicht immer im Sudhaus, sondern auch im Kühlhaus aufgestellt ist. Er dient dazu, die Würze beim Kühlschöpfen von dem Hopfen zu trennen. Der Hopfenseiher ist ein aus Eisen gefertigter, viereckiger Kasten, in dem durchlochte Eisenplatten oder Drahtgeflechte aus Eisen oder Messing eingesetzt sind, und zwar in der Weise, daß zwischen diesen und den Wänden und dem Boden des Kastens ein Raum frei bleibt. Die Größe des Hopfenseihers überhaupt, sowie die Zahl der Seihplatten richtet sich nach der Menge der zu erzeugenden Würze. Mindestens fünf Seihplatten sind vorhanden, vier für die vier Wände, eine für den Boden. Sie müssen leicht herauszuheben und

leicht zu reinigen sein. Am praktischsten wird der Hopfenleiher unter dem Ablaufrohr der Würzepfanne angebracht. Die Würze fließt in ihn und gelangt durch eine an der tiefsten Stelle des Hopfenseihers befindliche Öffnung in die Würzepumpe und wird mittels dieser auf das Kühlschiff gebracht.

Das Maischen.

Diese Operation hat den Zweck, aus einer bestimmten Malzmenge mit entsprechender Menge Wasser, das allmählich bis auf eine gewisse Temperatur erwärmt wird, eine bestimmte Menge Würze zu erzeugen.

Die für einen Sud, für ein Gebräu in Verwendung kommende Malzmenge wird Schüttung genannt.

Die Wassermenge für einen Sud heißt Guß. Dabei ist zu unterscheiden jene Wassermenge, die benutzt wird zum Vermischen des Malzschrotes (Hauptguß), und jene, die zum Auslaugen der Treber, zum Anschwänzen gebraucht wird (Nachguß).

Der Maischprozeß ist kein einfacher Extraktionsprozeß des Malzes, sondern es haben sich einzelne Bestandteile des Malzes in chemischem Sinne umzuändern. Diese Umänderungen, sollen sie in zweckentsprechender Weise vor sich gehen, sind abhängig von gewissen Bedingungen. Als eine dieser Bedingungen hat auch die Art des Maischens, das Maischverfahren, zu gelten.

Zwei Hauptverfahren werden in der Praxis unterschieden, das Dekoktions- oder Dickmaisch-Kochverfahren und das Infusionsverfahren.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Verfahren besteht darin, daß beim Dickmaischverfahren die notwendige Temperatursteigerung der Gesamtmaische dadurch erzielt wird, daß Maischteile langsam zum Kochen erhitzt und diese gekochten Maischteile dem zurückbleibenden Reste der Maische im Maischbottich zugeführt werden und so die Abmaischtemperatur erreicht wird. Beim Infusionsverfahren findet kein Kochen von Maische

oder Maischteilen statt. Die Abmaischtemperatur wird auf verschiedene Weise erreicht, wodurch sich hauptsächlich zwei verschiedene Methoden herausgebildet haben, die abwärtsmaischende und die aufwärtsmaischende Infusion.

Bei der abwärtsmaischenden Infusion wird das Malzschrot in heißes Wasser (75 bis 80° C) eingetragen, so daß nach dem Einmaischen und guten Verteilen der Maische die Abmaischtemperatur (70 bis 75° C) vorhanden ist.

Bei der aufwärtsmaischenden Infusion wird entweder kalt oder warm eingemaischt und die Abmaischtemperatur allmählich dadurch erreicht, daß entweder direktes Feuer oder heißes Wasser oder Dampf benutzt wird.

Das Dekoktionsverfahren. Die für einen Sud bestimmte Malzmenge, Schüttung, wird mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur am besten mit Benutzung eines Vormaischapparates, wie oben schon erwähnt, vermischt, eingemaischt. Die Menge des Wassers beträgt auf das Hektoliter Malz etwa 1,20 bis 1,50 hl. Während des Einmaischens, wobei die Maischmaschine beständig in Tätigkeit ist, um ein gutes Verteilen der Maische zu bezwecken, wird in dem Maischkessel Wasser zum Kochen erhitzt, und zwar für 1 hl Malz 1 hl heißes Wasser gerechnet, so daß der Hauptguß 2,20 bis 2,50 hl auf das Hektoliter Malz ausmacht. Das kochend heiße Wasser wird zum Aufbrühen verwendet, indem es der kalten Maische zugeführt wird, um die Temperatur der Maische auf 35° C zu erhöhen. Das Aufbrühen muß langsam geschehen, d. h. das heiße Wasser darf nur, unter beständigem Gange der Maischmaschine, in dünnem Strahle zur Maische zugelassen werden, um ein Verbrühen von Maischteilen zu vermeiden, was schlechte Ausbeute und kleistertrübe Würzen zur Folge hätte. Lintner empfiehlt, was früher in Bayern fast allgemein üblich war, die kalte Maische einige Stunden ruhig stehen zu lassen. Dadurch wird die Diastase in Lösung gebracht und der Verzuckerungsprozeß verläuft auch bei weniger gutem Malze in günstiger Weise.

Das seit einigen Jahren empfohlene Digestionsverfahren (kalte Digestion) beruht darauf. Emslander (Zeitschr.

f. d. ges. Brauwesen, Jahrg. 1909) bemerkt, daß er seit Jahren durch etwa 12 stündiges Stehenlassen der Kaltwassermaische bei niedriger Temperatur, etwa 10° C, eine Erhöhung der Extraktausbeute und eine Steigerung des Vergärungsgrades während der Hauptgärung konstatieren konnte.

Meist werden drei Maischteile gekocht, um damit die Temperatur der Gesamtmaische auf 70 bis 75° C zu erhöhen, zwei Dickmaischen und eine Lautermaische.

Durch die erste Dickmaische soll die Temperatur der Gesamtmaische von 35° C, diese Temperatur hat man nach dem Aufbrühen, auf 52° C erhöht werden. Zu diesem Zwecke wird ungefähr $^1/_3$ der ganzen Maische, und zwar, wie der Name Dickmaische schon angibt, möglichst viel feste Bestandteile in den Maischkessel gebracht, dort langsam zum Kochen erhitzt und $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde gekocht. Damit die Maische im Kessel nicht anbrennen kann, muß das Rührwerk, bis die Maische zum Kochen kommt, immer in Bewegung sein.

Die Dickmaische soll möglichst viel feste Bestandteile enthalten, weil dadurch der vollmundige Geschmack des fertigen Bieres mit bedingt wird. Man findet deshalb in manchen Brauereien in dem Maischbottich einen sog. Dickmaischzuschieber angebracht.

Die Temperatur der Maische soll langsam gesteigert werden; es hängt damit eine bessere Extraktion des Malzes und eine kräftigere Wirkung der Diastase und Peptase zusammen. Bei weniger gut gelöstem, hochabgedarrtem Malze empfiehlt es sich, die Maische in der Pfanne 20 bis 30 Minuten bei einer Temperatur von 50° C zu halten, wobei die Eiweißkörper durch Peptase in günstiger Weise umgewandelt werden (Eiweißrast), bzw. zwischen 60 bis 65° C, wobei der Verzuckerungsprozeß durch Diastase gefördert wird.

Nach dem Kochen wird die Maische zu dem Reste in den Maischbottich gebracht und dadurch die Temperatur der Gesamtmaische auf 52° C erhöht.

Nun wird die zweite Dickmaische in den Maischkessel gelassen, wieder in derselben Menge und guter Rücksichtnahme auf die gleichen Punkte. Durch die zweite Dickmaische wird die Gesamtmaische eine Temperatur von 65° C erreichen.

Hierauf wird nun Lautermaische in den Maischkessel gelassen. Die Lautermaische soll wenig feste Bestandteile, wie auch schon durch die Bezeichnung ausgedrückt ist, enthalten. Um dies zu erreichen, läßt man nach dem Aufpumpen der zweiten Dickmaische die Maische im Bottich ruhig stehen, so daß sich der größte Teil der festen Bestandteile absetzt, und öffnet erst dann die Abflußöffnung. Vor der Ausflußöffnung findet man häufig eine Vorrichtung zum Zurückhalten gröberer Maischeteile. Was die Menge der zu kochenden Lautermaische anlangt, so beträgt diese mehr als die der Dickmaische. Es ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Abmaischtemperatur der Gesamtmaische von 70 bis 75° C erreicht wird, die Temperatur ja nicht über 78° C geht. Die Lautermaische wird in der Regel etwas kürzer gekocht als die beiden Dickmaischen. Nach dem Kochen wird sie in den Maischbottich zurückgepumpt und von da aus die Gesamtmaische sofort in den Läuterbottich befördert, in dem sie $^1/_2$ bis 1 Stunde auf Ruhe bleibt, um den Trebern Zeit zu lassen, sich abzuscheiden, sich zu Boden zu setzen, wohl auch, um der noch vorhandenen Diastase eine weitere Wirkung zu ermöglichen, eine günstige Verzuckerung zu erzielen.

Es ist bereits bemerkt worden, daß bei Herstellung von dunklen vollmundigen Bieren die Dickmaischen möglichst viel feste Bestandteile enthalten sollen; bei Erzeugung von Wiener oder Pilsener Bier sollen die Maischen nicht dick sein; man läßt deshalb zweckmäßig die Maischmaschine während des Ablassens der Dickmaischen im Gange. Auch die Kochdauer der Maischen muß wegen des Zufärbens Berücksichtigung finden. Bei bayrischen Bieren beträgt sie 30 bis 45 Minuten, bei Wiener Bier 15 bis 20, bei Pilsener Bier 10 bis 15 Minuten.

Das Infusionsverfahren. Es ist zwischen der abwärts- und aufwärtsmaischenden Infusion zu unterscheiden.

Bei dem erstgenannten Verfahren wird das Malzschrot mit Wasser von 75 bis 80 ° C vermischt, so daß nach dem Einmaischen die Temperatur 68 bis 70 ° C beträgt. Bei dieser Temperatur erhält man die Maische $1^1/_2$ bis 2 Stunden und auch darüber zum Zwecke der Verzuckerung.

Bei dem aufwärtsmaischenden Verfahren wird das Malzschrot entweder mit einem Teil des kalten oder lauwarmen Maischwassers vermischt, eingemaischt und die Temperatur allmählich auf 70 bis 75 ° C erhöht, indem in zwei oder drei Zwischenräumen aus dem Maischkessel kochend heißes Wasser zugelassen wird; oder es wird das Malzschrot in die Gesamtmenge des Maischwassers (Guß) kalt oder lauwarm eingemaischt und die Temperatursteigerung durch direkten oder indirekten Dampf, oder auch durch direktes Feuer erzielt. Die letztere Art ist das sog. Kesselmaischverfahren, bei dem in dem Maischkessel in kaltem Wasser eingemaischt und die Maische langsam auf 75 ° C erwärmt wird. Zwischen 65 bis 68 ° C wird die Maische so lange gehalten, bis vollständige Verzuckerung eingetreten ist.

Vor- und Nachteile des Dekoktionsverfahrens. Bei dem Dekoktionsverfahren hat man den Verlauf des Verzuckerungsprozesses besser in der Hand. Wenn schon durch das Darrverfahren hauptsächlich das Verhältnis von Zucker zu Nichtzucker bedingt ist, so kann doch durch die Art des Erwärmens der Dickmaischen eine wesentliche Modifikation in diesem Verhältnisse eintreten. Bei raschem Erhitzen der Maischen bis zum Kochen wird eine zuckerärmere, dextrinreichere Würze erzeugt werden. Wird hingegen die Temperatur der Dickmaischen langsam gesteigert, hält man das Temperaturoptimum für die Zuckerbildung, 60 bis 65 ° C, kürzere oder längere Zeit ein, so wird das Verhältnis von Zucker zu Nichtzucker mehr zugunsten des Zuckers ausfallen. Die Stärke wird beim Kochen der Maischen für den diastatischen Prozeß in günstiger Weise vorbereitet. Sie wird verkleistert. Verkleisterte und lösliche Stärke wird aber von Diastase viel rascher angegriffen und verzuckert bei der für

die Zuckerbildung günstigen Temperatur als gewöhnliche Stärke. Die Eiweißkörper werden besser aufgeschlossen und in vorteilhafter Weise umgeändert. Die Dickmaischwürzen sind, wenn auch ein Teil der leicht gerinnbaren Eiweißkörper beim Kochen ausgeschieden wird, doch eiweißreicher und auch phosphorsäurereicher als die Infusionswürzen, wodurch die größere Haltbarkeit, die bessere Schaumhaltigkeit dieser Biere, das weniger rasche Degenerieren der Hefe mit veranlaßt ist.

Das Dekoktionsverfahren hat aber auch seine Nachteile, wovon die rasche Schwächung und vollständige Zerstörung jenes Diastaseanteils zunächst Beachtung verdient, der mit den Maischen in den Maischkessel gebracht, mehr oder weniger rasch erhitzt und gekocht wird. Die Zuckerbildung kann infolgedessen zu gering sein, ja es können in der Würze sich noch Dextrine vorfinden, die zu späteren Trübungen der Biere im Lagerfaß Veranlassung geben.

Es ist gewiß, daß im Malze eine viel größere Menge von Diastase vorhanden ist, als notwendig ist, um die Malzstärke in Zucker und Dextrin abzubauen; bei Verwendung von Malzsurrogaten kommt dies ja zur Geltung, und trotzdem kann der Fall vorkommen, daß die Verzuckerung nicht in entsprechender Weise sich abgewickelt hat, kleistertrübe Würzen oder später sich trübende Biere, wie vorher bemerkt, resultierten. Bei Verarbeitung von diastasearmem Malze — die Gründe hierfür sind beim Keim- und Darrprozeß angeführt — infolge rascher Temperatursteigerung und allzuraschen Kochens der Dickmaischen, Kochens von zu viel Lautermaische, kann sich ein fühlbarer Mangel an Diastase zeigen, so daß namentlich jene Stärketeile, die erst bei höherer Temperatur aufgeschlossen werden, nicht mehr in günstiger Weise umgeändert werden können.

Vor- und Nachteile des Infusionsverfahrens. Als Vorteile davon können im allgemeinen als richtig angenommen werden, daß die ganze Sudhauseinrichtung einfacher und daher weniger kostspielig zu sein braucht

(ein Bottich und eine Pfanne sind nur nötig); daß sich der ganze Maischprozeß in viel kürzerer Zeit abspielt und dadurch Arbeit, Zeit und Brennmaterial erspart wird; daß die Diastase weniger geschwächt (von einer Zerstörung ist überhaupt keine Rede) und deshalb eine bessere Extraktion und Verzuckerung herbeigeführt wird, vorausgesetzt, daß gleichgutes Malz verbraut wird.

Als Nachteile sind anzuführen, daß die Würzen zu zuckerreich ausfallen können, daß sie infolgedessen zu hoch vergären, daß die Biere keinen vollmundigen, sondern einen ausgeprägten weinigen Geschmack haben, daß die Haltbarkeit der Infusionsbiere geringer ist, daß der ganze Maischprozeß, zumal die aufwärtsmaischende Infusion, viel größere Vorsicht erfordert.

W. Schultze hat über die beiden Hauptmaischverfahren Versuche angestellt, deren Resultate in der „Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen", Jahrgang 1879, veröffentlicht sind. Die Resultate sprechen zugunsten des Dekoktionsverfahrens.

Thausing sagt auf Grund dieser Versuchsresultate: Bei Erzeugung eines vollmundigen, haltbaren und schaumhaltigen Bieres arbeite man nach dem Dekoktionsverfahren, und zwar nach dem Dekoktionsverfahren mit drei Maischen.

Kontrolle des Maischprozesses. Niemals soll man es unterlassen, sich über den Verlauf des Maischprozesses zu vergewissern. Wässerige Jodlösung — nach Märker werden 0,5 g Jod mit 1 g Jodkalium zusammengerieben und in 200 ccm Wasser aufgelöst — bietet ein sehr wertvolles Mittel zur Kontrolle des Maischprozesses. Beim Maischen wird die Stärke in Zucker und Dextrin übergeführt. Solange Stärke oder der Stärke nahestehende Dextrine in der Maische vorhanden sind, tritt auf Zusatz von Jodlösung zur abgekühlten Maische eine Farbenveränderung, die von blau, durch violett bis rot auftritt, je nachdem der Verzuckerungsprozeß weniger oder weiter vorgeschritten ist. In normal verzuckerter Maische darf auf Zusatz von Jodlösung keine besondere Färbung zu beobachten sein.

Bei Anstellung der Jodreaktion in der Maische ist zu berücksichtigen, daß ja nicht zu geringe Mengen Jodlösung verwendet werden. Bei Anwendung von zu geringer Menge Jod kommt es vor, daß keine Farbenerscheinung auftritt, obwohl noch färbende Dextrine vorhanden sind. Man geht sicher, wenn man zu der abgekühlten Maische oder Würze tropfenweise so lange Jodlösung zusetzt, bis entweder eine charakteristische Färbung oder die gelbbraune Farbe der Jodlösung sich zeigt. Im letzten Falle kann man überzeugt sein, daß keine mit Jod sich färbende Dextrine vorhanden sind und somit der Maischprozeß einen normalen Verlauf genommen hat. Immerhin kann es dennoch vorkommen, daß ganz geringe Mengen mit Jodlösung sich färbende Dextrine sich vorfinden, deren Nachweis uns entgeht infolge der mehr oder weniger dunkleren Farbe der Maische oder Würze. Man kann nun in einer kleinen Portion Maische oder Würze durch starken Alkohol die Dextrine ausfällen. Diesen Niederschlag löst man hierauf in Wasser auf und gibt nun jetzt in obiger Weise tropfenweise Jodlösung zu. Die Reaktion wird dadurch viel empfindlicher und jede Spur sich mit Jod färbender Dextrine läßt sich auffinden.

Nach Kulka ist jedoch eine derartige Prüfung der Maische nicht genügend; er gibt an, daß es nötig ist, Maischeteile zu kochen, hierauf zu filtrieren und das abgekühlte Filtrat mit Jodlösung zu prüfen. Es darf sich auch bei dieser Prüfung keine charakteristische Reaktion zeigen. Nun wird man aber meist finden, wenn man Biertreber, die direkt mit Jodlösung versetzt selbst keine Reaktion geben, mit Wasser aufgekocht, daß nun Blaufärbung auftritt. Mehr oder weniger unaufgeschlossene Stärke kann noch vorhanden sein, wovon dieses Resultat bedingt ist. Nach Kulka hat man beim Maischprozesse darauf zu sehen, daß die Abmaischtemperatur 75 ° C nicht eher erreicht wird, bis nicht nach seiner Prüfungsmethode eine vollständige Verzuckerung der Maische konstatiert ist.

Diese Art der Kontrolle der Maische ist gewiß nur vorteilhaft, denn die Extraktausbeute des Malzes kann unter Um-

ständen sogar bedeutend höher sein, Kleistertrübungen im Biere können nicht mehr vorkommen. Allein nicht alle Malze lassen sich in gleich günstiger Weise vermaischen, und es kann vorkommen, daß bei hoch abgedarrtem, weniger gutem Malze der Maischprozeß ziemlich lange dauern müßte, bis man dieses Resultat erreicht, manchmal es aber überhaupt nicht erreicht.

Man hat verschiedene Anhaltspunkte, um sich über einen günstigen oder weniger günstigen Verlauf des Maischprozesses zu überzeugen. Sobald die Maische eine Temperatur von 50 bis 52 ° C zeigt, tritt bei günstigen Verhältnissen eine ins Grün schillernde Spiegelfläche auf. Bei einer Temperatur von 65 ° C erscheint sie dunkelbraun, sobald die aufgequollenen Stärkekörner und Eiweißkörper mehr oder weniger sich abgeschieden haben. In besonders günstigen Fällen kommt es vor, daß der Flüssigkeitsspiegel durchsichtig erscheint. Ist die Abmaischtemperatur erreicht, so fängt die Maische recht bald an, adrig zu werden, nach etwa 6 bis 8 Minuten hat sie das Aussehen der Maische bei 65 ° C und nach 10 bis 12 Minuten wird die Spiegelfläche dunkelbraun bis vollkommen schwarz sein. Der Geruch der Maische ist süßlich, aromatisch.

Mißliebige Erscheinungen sind, wenn der Flüssigkeitsspiegel braungrün, grau, lehmig oder rostig erscheint, wenn die Lautermaische nach dem Kochen sich nicht gut bricht, wenn die Ablagerung der Treber auf der Ruhe sehr langsam und unvollständig geschieht, der Geruch der Maische wenig oder gar nicht süß bzw. aromatisch ist.

In solchen Fällen ist dringend notwendig, den Grund dieser Betriebsstörung aufzufinden. In erster Linie kann das verwendete Malz Veranlassung gegeben haben. Ihm fehlen die Eigenschaften eines guten Braumalzes oder es ist zu wenig abgelagert oder hat schlecht gelagert, ist zu feucht geworden. Meist werden jedoch Manipulationsfehler die Schuld haben, wie zu rasches Ausbrühen und dadurch teilweises Verbrühen der Maische, zu schnelle Temperatursteigerung der Maische, mangelhaftes Durchmaischen, Kochen zu großer Menge von Lautermaische und infolgedessen zu hohe Abmaischtemperatur,

wodurch von einer Nachwirkung der Diastase keine Rede mehr sein kann.

Die häufigste Betriebsstörung kommt durch Verbrühen der Maische bei der Temperatursteigerung vor, wodurch Kleistertrübung der Würze, der Biere entstehen. Diesem Manipulationsfehler — Kleistertrübung kann auch vom Malze herrühren — sucht man nun in der Weise abzuhelfen, daß man weniger Wasser für die kalte Maische nimmt, dafür mehr in die Pfanne gibt, letzteres aber nicht zum Kochen, sondern etwa nur auf 75° C erhitzt und damit die Temperatur der Kaltwassermaische entsprechend erhöht.

Weit einfacher wird das Verbrühen vermieden durch das Warmeinmaischen, das darin besteht, daß man zunächst in den Bottich durch Vermischen von kaltem mit kochend heißem Wasser die für den Hauptguß zu nehmende Wassermenge läßt und dafür sorgt, daß die Temperatur des Maischwassers etwa 40 bis 45° C beträgt. Nun gibt man das Malzschrot unter beständigem Gange der Maischmaschine langsam zu und ist darauf bedacht, daß die dabei sich bildenden Klümpchen vollständig zerteilt sind. Nach dem Einmaischen wird die Maische eine Temperatur von 35 bis 40° C zeigen.

Außer diesem oben beschriebenen Dekoktionsverfahren und dem Infusionsverfahren, die am meisten zur Anwendung kommen, sind noch zu erwähnen das Dekoktionsverfahren mit zwei Dickmaischen, ohne Lautermaische, und jenes mit einer Dickmaische und einer Lautermaische. Es wird bei diesen Verfahren entweder warm eingemaischt (50° C), oder bei kaltem Einmaischen aufgebrüht auf 50 bis 52° C.

Hierher gehört auch das gemischte Verfahren, das von Lintner angegeben wurde. Es bewährt sich, wie aus eigener Überzeugung gesagt werden kann, womit auch die Urteile von anderer Seite übereinstimmen, sehr gut. Es sei daher dieses Verfahren in Kürze beschrieben. Für 1 hl der Malzschüttung werden 2 hl Wasser im Maischkessel auf 60 bis 65° C erwärmt. Davon werden in den vorgewärmten Maischbottich für 1 hl Malz 1,40 hl Wasser gelassen. Nun

wird unter beständigem Gange der Maischmaschine das Malzschrot langsam zugegeben, eingemaischt. Die Maischmaschine bleibt im Gange, bis die Maische eine Temperatur von 52° C zeigt. Die Maische bleibt sodann 45 Minuten ruhig stehen, während welcher Zeit das Wasser im Kessel zum Kochen erhitzt wird. Hierauf läßt man, nachdem schon etwa fünf Minuten zuvor das Rührwerk in Bewegung gesetzt wurde, heißes Wasser in dünnem Strahle zur Maische, um die Temperatur auf 65° C zu erhöhen. Die Maische bleibt abermals 45 Minuten der Ruhe überlassen. Hernach wird zunächst gut durchgemaischt und unter beständigem Gange der Maischmaschine die Hälfte der Maische in den Kessel gebracht, die Temperatur langsam auf 75° C gesteigert, hierauf die Maische zum Kochen erhitzt und 1/2 Stunde gekocht. Nach dem Kochen wird die Maische in den Bottich befördert und bei einer Temperatur von 75° C abgemaischt.

Nachstehendes Maischverfahren (Kurzmaischverfahren), über das Urteile in den Fachzeitschriften für und gegen laut geworden sind, hat Windisch angegeben. Eingemaischt wird so dick mit 62,5° C, daß die Stammwürze etwa 20% B zeigt. Noch während des Einmaischens, sobald genug Maische im Bottich ist, wird ein Teil der Maische nach der Pfanne gezogen, sofort zum Kochen erhitzt, 3 bis 5 Minuten gekocht und rasch nach dem Bottich zurückgemaischt, wo eben knapp die Einmaischarbeit vollendet ist. Die Menge der Kochmaische ist so bemessen, daß die Temperatur im Bottich 70 bis 72° C beträgt. Bei dieser Temperatur hält man unter zeitweiligem kurzen Aufmaischen bis zur erfolgten Verzuckerung oder auch mit Rücksicht auf die Ausbeute eine halbe oder ganze Stunde, zieht dann die zweite Maische nach der Pfanne, bringt diese so schnell als möglich zum Kochen, kocht 5 bis 10 Minuten und maischt dann mit 75° C ab. Dauer des ganzen Maischprozesses 1 1/2 bis 2 1/2 Stunden, je nach dem Verweilen der Maische bei 70° C.

Windisch führt dabei an, daß dieses Maischverfahren nur dann ein zufriedenstellendes Resultat erzielen läßt, vor allem vollmundige, schaumhaltende Biere resultieren, wenn

das zur Verwendung kommende Malz sehr gut und die Sudhauseinrichtung vollständig entsprechend ist.

Erwähnt sei auch das Maischverfahren von Kubessa, das darin besteht, daß zunächst eine sorgfältige Sortierung des Malzschrotes durch eine Schüttelvorrichtung in Spelzen, Grieß und Mehl vorgenommen wird. Beim Maischprozeß werden die einzelnen Bestandteile des Schrotes getrennt eingemaischt und nur der Grieß gekocht. Der Grieß wird zuerst in Wasser von 48° C in der Pfanne eingemaischt; bei dieser Temperatur bleibt die Maische 3/4 Stunden stehen. Hierauf wird die Temperatur langsam auf 70° C erhöht, 20 Minuten eingehalten und dann die Maische eine halbe Stunde gekocht. Während dieser Zeit werden die Spelzen im Maischbottich bei einer Temperatur von 60° C eingemaischt und nach dem Kochen der Grießmaische wird diese in den Maischbottich gebracht. Hernach kommt die ganze Maische unter Zulaufen des Mehles in die Maischpfanne und wird bei einer Temperatur von 70° C eine Stunde stehen gelassen. Nach weiterer Temperatursteigerung auf 75° C wird abgemaischt.

Das Brauverfahren von Schmitz. Dieses Verfahren verlangt: Zurückstellung eines diastatischen Malzauszuges, Kochen der Gesamtmaische, kochendheißes Abläutern, Rückkühlen der heißen Würze auf 75° C und Verzuckern der durch das Kochen sich ergebenden kleisterhaltigen Würze mittels des zurückgestellten Malzauszuges. Das kochendheiße Abläutern gestattet die Verwendung feineren Schrotes, ein sehr rasches Läutern der Hauptwürze sowie schnelles und vollständiges Aussüßen der Treber. Seit acht Jahren wird dieses Verfahren in der Staatsbrauerei Weihenstephan ausschließlich benützt. Brauereidirektor Asthon teilte seine günstigen Erfahrungen gelegentlich der Generalversammlung der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München mit (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, Jahrgang 1910). Doch hat dieses Verfahren in der Praxis wenig Eingang gefunden.

Auf dem gleichen Prinzip wie das Schmitzsche Verfahren beruht das Sudverfahren von Rutschmann. Der Unterschied

besteht darin, daß nach dem Kochen der Gesamtmaische die Maische in der Pfanne durch eine Kühlvorrichtung mit Wasser auf eine Temperatur von 70 ° C abgekühlt wird und sodann der diastatische Malzauszug zugegeben und die Verzuckerung bei einer Temperatur von 75 ° C durchgeführt wird. Hernach wird die Maische in den vorgewärmten Läuterbottich gebracht und nach halbstündiger Ruhe die Würze in der sonst üblichen Weise abgeläutert.

Bei all diesen neueren Maischverfahren zielt man darauf ab, die Extraktbildner möglichst vollständig zu gewinnen. Allein eine vollständige Extraktgewinnung ist nicht möglich, wie man sich durch eine nähere Prüfung der Treber durch einen Maischversuch überzeugen kann. Die noch unaufgeschlossenen Stärkekörner können nur durch Druck in lösliche Stärke übergeführt und hierauf weiter in der bekannten Weise abgebaut werden. Dr. Jung gibt einen Apparat und eine Methode an, wie die Treber noch weiter zur Extraktgewinnung zu behandeln sind. Der Apparat ist ein geschlossener Läuterbottich (Autoklave), der für eine Druckbehandlung bis zu vier Atmosphären eingerichtet ist. Er ist versehen mit einer doppelten Heizspirale und einem Propellerflügel, der die breiige Masse der Treber in lebhafte Bewegung versetzt und auf diese Weise die Zerkleinerung der gallertartigen Klümpchen besorgt. Die in üblicher Weise ausgelaugten Treber werden mit Wasser im Autoklaven bei drei Atmosphären aufgeschlossen. Das Produkt des Aufschließungsprozesses wird mit einem Malzauszug bei günstiger Temperatur verzuckert und nach dem Abläutern zum Einmaischen des nächsten Sudes verwendet. Der Aufschließungsprozeß dauert vier Stunden. Die Ausbeuteerhöhung beträgt im Mittel etwa $3^3/_4$ $^0/_0$ über Feinmehl. Eine Änderung im Geschmack, der Farbe, der Haltbarkeit der Biere ist nicht zu befürchten. Ferner bietet dieses Verfahren außer der Ausbeuteerhöhung noch den Vorteil, daß alle Fehler, die durch Beschaffenheit und Einrichtung des Läuterbottichs und durch die Art des Ziehens der Würze vorkommen können, vollständig ausgeglichen werden.

Auf demselben Prinzip beruht das Maischdruckverfahren von Lazarus und Schwensen in Kiel. Treber und unaufgeschlossene Stärke werden durch Dampf und Druck aufgeschlossen. Nach beendigtem Prozeß laugt man die löslich gewordene Stärke durch Waschen mit heißem Wasser, besser zunächst mit etwas der vorhergenommenen Würze und hernach mit heißem Wasser aus, bringt diesen Auszug zu der zuerst gewonnenen Würze und führt dann die Nachverzuckerung in der Pfanne bei günstiger Temperatur durch. Die Ausbeuteerhöhung setzt sich auch wie nach dem Verfahren von Dr. Jung und der kalten Digestion zusammen aus einem Plus von Stärkederivaten, Pentosanen, Eiweißstoffen und Salzen.

Das Abläutern (Ziehen der Würze).

Nach Beendigung des Maischprozesses bleibt die Maische einige Zeit der Ruhe überlassen. Die Gründe hierfür wurden bereits angeführt sowie auch angegeben, welches Aussehen die Maische nach kurzer Zeit der Ruhe zeigen soll. Wenn die Maische jene erwünschte Spiegelfläche hat, so gibt diese das beste Zeugnis von dem vollendeten Verzuckerungsprozesse und der genügenden Ablagerung der Treber. In solchem Falle könnte man mit dem Abläutern der Vorderwürze beginnen; es wäre nicht notwendig, die Ruhezeit auf eine Stunde und darüber auszudehnen. Es tritt, wenn bei den einzelnen Maischtemperaturen mißliebige Erscheinungen zu beobachten waren, keine Besserung ein, falls die Maische auch länger auf Ruhe bleiben würde, im Gegenteil, durch zu starkes Abkühlen könnte die Zusammensetzung der Würze nachteilig beeinflußt werden, eine bedeutende Zunahme von Milchsäure stattfinden.

Bei einer einfachen Sudhauseinrichtung dient der Maischbottich, wie oben bemerkt, zugleich als Läuterbottich. Unter dem Senkboden sammelt sich bei einer derartigen Einrichtung der sog. Unterteig an, dessen Menge größer oder geringer sein kann und dessen Hauptbestandteil aus Stärkemehl besteht.

Zusammensetzung von Unterteig:

Wasser	61,69 %
Maltose	19,50 %
Stärke	12,07 %
Dextrin, Proteinkörper, Fett, Asche	6,74 %
	100,00 %

Ist nun durch Verlust dieses Stärkemehlanteils eine schlechtere Ausbeute des Malzes, ein unrationeller Betrieb die Folge, so kommt noch ein weiterer Punkt in Betracht, nämlich die Gefahr, daß solche unaufgeschlossene, unverzuckerte Stärke in die Pfanne kommt, wodurch die Würze, das Bier kleistertrüb wird.

Ein Hauptgrund für die Ansammlung von größeren Mengen Unterteig ist der zu große Zwischenraum vom Senkboden und dem Boden des Bottichs in der falschen Voraussetzung, daß dadurch das Abläutern der Würze schneller und besser vor sich gehe. Es ist dafür zu sorgen, daß der Abstand des Senkbodens von dem Bottichboden nicht mehr als 3 bis 4 mm beträgt.

Am besten vermeidet man den Unterteig, wenn der Senkboden erst nach Beendigung des Maischprozesses gelegt wird. Die Maische wird nach dem Abmaischen in die Pfanne gepumpt, wobei darauf zu sehen ist, daß keine Temperaturerhöhung der Maische über 76 bis 77 ° C stattfindet. Nachdem der Senkboden eingesetzt ist, wird zum Zwecke der Ruhe die Maische in den Bottich gebracht.

Im übrigen werden der Unterteig und seine nachteiligen Folgen dadurch vermieden, daß man nach Erreichung der verschiedenen Maischtemperaturen jedesmal stark vorschießen läßt und die Temperatur der Würze in der Pfanne erst dann über 77 ° C steigert, wenn alle Würze, Vorder- und Nachgußwürze, in der Pfanne sich befindet.

Bei doppeltem Sudwerk ist, wie schon gesagt, ein eigener Läuterbottich vorhanden, und in diesen wird die Maische unmittelbar nach dem Abmaischen gepumpt.

Bei Beginn des Abläuterns werden die Hähne der einzelnen Saugrohre abwechslungsweise ganz geöffnet, um die

unter dem Senkboden befindliche ganz trübe Maische abfließen zu lassen, die in den Läuterbottich zurückgebracht wird (Vorschießenlassen, Durchreißen). Hierauf werden die Hähne der Reihe nach schwach geöffnet, man pumpt aber die Würze, solange noch Treberbestandteile sich in ihr befinden, in den Bottich zurück. Dabei ist darauf zu achten, daß dadurch die Maische nicht aufgerührt wird. Läuft die Würze klar, so gelangt sie in die Würzepfanne. Die Hähne werden auch etwas mehr geöffnet, um das Abläutern nach Möglichkeit zu fördern. Nicht immer fließt die Würze klar ab, ohne daß infolgedessen zu befürchten ist, es könnten später Störungen sich ergeben. Wenn die Verzuckerung entsprechend ist, so braucht man in dieser Beziehung nicht ängstlich zu sein. Infusionswürzen laufen gar häufig etwas trübe ab. Schlimm wäre es, wenn die Trübung bedingt wäre durch einen Kleistergehalt oder dadurch, daß die Maische auf der Ruhe oder die Würze während des Abläuterns sich zu stark abgekühlt hat.

Die Würze, Vorderwürze, soll vollkommen abfließen, die Treber sollen, wie man zu sagen pflegt, trocken in dem Bottich liegen. Es ist dies ein günstiges Zeichen für die gute Beschaffenheit des verwendeten Malzes und für den normalen Verlauf des Maischprozesses. Allein nicht immer geht das Abläutern so günstig vonstatten. Es kommt vor, daß anfangs die Würze rasch und klar abläuft, später aber, obwohl noch Würze über den Trebern steht, das Abfließen ganz aufhört oder das Wenige, was noch abläuft, ganz trübe ist. Die Gründe, die diese ungünstige Erscheinung veranlassen können, sind verschieden. Wenn das Malz eine gute Auflösung zeigte, wenn bei der Kontrolle des Maischprozesses ein zufriedenstellendes Resultat sich ergeben hat, so dürfte der Grund entweder in dem zu feinen Schroten des Malzes oder in der Einrichtung des Läuterbottichs zu suchen sein. In letzterer Beziehung ist schon bemerkt worden, daß der Würze eine große Durchgangsfläche geboten werden muß, mithin der Läuterbottich weit sein muß, so daß die Treber nach dem Abläutern gemessen nicht höher als

30 cm liegen sollen. Ist das Malz zu fein geschroten und läßt es betreffs seiner Güte etwas zu wünschen übrig, so kann obige Schwierigkeit beim Abläutern vorkommen, zumal wenn die Hähne der Saugrohre anfangs zu stark geöffnet wurden. Die Treber ziehen sich in solchem Falle fest zusammen, so daß ein Durchfiltrieren der Würze entweder überhaupt unmöglich wird oder die Würze äußerst langsam und trüb abläuft, „Einziehen" der Würzen. Kann nämlich aus der Öffnung eines Läuterhahnes mehr ausfließen, als durch die Treberschicht Würze zufließt, so tritt Luft ein, die im Läuterbottich aufsteigt und dadurch ein Trüblaufen der Würze bedingt. Wie weit die Läuterhähne geöffnet werden dürfen, ist durch Versuch festzustellen. Ganzenmüller teilt einige Versuche mit Läuterhähnen mit und erwähnt dabei der vorzüglichen Wirkung des Läuterhahnes von Ritt & Buechl in Stadtamhof-Steinweg. Dieser Hahn besitzt einen wagerechten Wirbel mit einem 80 mm langen Schlitz. Das Abläutern mit diesem Hahn erfolgt rasch und das Einziehen wird verhindert.

Dieser Störung beim Abläutern suchte man vorzubeugen oder abzuhelfen durch Hilfsapparate zum Abläutern. Verschiedene solche Hilfsapparate wurden und werden mit mehr oder weniger Vorteil verwendet: Wels, Rittner, Naumann. Sehr empfehlenswert sind die Apparate von Steinecker (Abb. 40 und 41). Diese sind einfach, nicht kostspielig und erfüllen ihren Zweck ganz gut. Auf der Mitte eines halbkreisförmig gebogenen Eisenbleches, das auf vier Füßen ruht und durch einen Seihboden abgeschlossen ist, befinden sich mehrere Rohre ineinandergesteckt befestigt. Diese Apparate werden vor dem Abmaischen in den Läuterbottich gestellt. Je nach der Größe des Läuterbottichs bzw. der Schüttung benutzt man zwei, drei und mehr solche Apparate. Die Höhe der Füße, auf denen das Eisenblech ruht, richtet sich nach der Höhe der Treberschicht, denn das Eisenblech, bzw. der Seihboden muß in die Treber reichen. Die Würze fließt durch den Rohransatz und gelangt, ohne den Oberteig und die ganze Treberschicht

passieren zu müssen, durch den Seihboden zur Läutervorrichtung. Je nach dem Sinken des Flüssigkeitsspiegels der Maische werden die einzelnen Rohre der Reihe nach abgenommen. Die Würze fließt rascher ab und die Treber bleiben lockerer; deren festes Zusammensetzen ist ausgeschlossen.

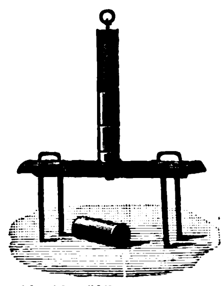


Abb. 40. Hilfsapparate zum Abläutern nach Steinecker.

Die Steineckerschen Läuterapparate hat Emslander in der Weise abgeändert, daß er ihre Füße verkürzt, so daß unter ihnen eine nur etwa 20 cm hohe Treberschicht verbleibt, was, in Verbindung mit der Benützung einer größeren Anzahl dieser Apparate, von bedeutendem Erfolg hinsichtlich der Dauer und Vollständigkeit des Abläuterns der ersten Würze begleitet ist.

Erwähnt sei auch zur Beschleunigung des Abläuterprozesses und Vermeidung von Störungen die Benützung der Schwimmkiste von Hoffmann, das Durchreißen der Treber mit heißem Wasser, das durch die Ausdämpfleitung der Läuterbatterie einige Minuten lang von unten in den Treberkuchen einströmt und ihn lockert.

Konnten nicht alle Neuerungen und Verbesserungen des Läuterbottichs und Läuterprozesses erwähnt und besprochen werden, so ersieht man doch, daß in dieser Hinsicht sehr wesentliche Fortschritte gemacht worden sind, die Vermeidung von Störungen, Beschleunigung des Ziehens der Würze, möglichst vollständige Gewinnung der Extraktbildner zur Folge haben.

Die große Aufmerksamkeit, die dem Läuterprozeß seit Jahren von verschiedener Seite geschenkt worden ist, dürfte hauptsächlich zurückzuführen sein auf den Vorschlag eines ganz neuen Läuterverfahrens, nämlich die Benützung des Maischefilters (Treberpresse, Abb. 42) von ähnlicher Konstruktion, wie solche als Trub-, Hopfen- und Gelagepressen seit längerer Zeit in den Brauereien gebraucht werden, wodurch der Läuterbottich in Wegfall kommt.

Wie alle Neuerungen, hat auch das Maischefilter seine Verteidiger und Gegner gefunden. Ohne näher darauf eingehen zu können, sei nur auf den interessanten Vortrag „Über praktische Erfahrungen mit dem Maischefilter“ des Brauereibesitzers Dr. Schiffer in Kiel in der Hauptversammlung der wissenschaftlichen Station in München (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1903) hingewiesen. Es wurde eine Maischefiltrieranlage der Maschinenfabrik F. Weigel Nachf. in Neisse-Neuland benutzt, welche Anlage später eine wesentliche Verbesserung erfahren hat, wodurch das Abläutern der Hauptwürze und Nachgüsse noch weiter beschleunigt wird. Als

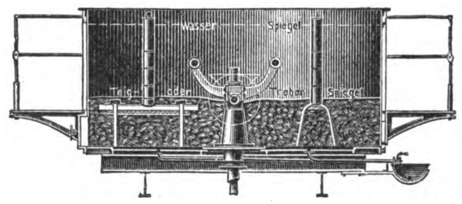


Abb. 41. Verwendung der Hilfsapparate.

Vorteile bei Verwendung des Maischefilters werden angeführt, abgesehen von einer bedeutenden Steigerung der Leistungsfähigkeit des Sudwerkes und Ersparung von Betriebskosten: Ausbeuteerhöhung um etwa 1 %, blankeres Abläutern der Würzen, reinere schönere Gärungen. Von einer Änderung des Biercharakters, dann was Farbe, Schaumhaltigkeit, Haltbarkeit und Geschmack anlangt, konnte nichts konstatiert werden. Als Nachteile gelten: hohe Anschaffungskosten, großer Verbrauch der Filtertücher, notwendige Aufstellung einer eigenen Tücherreinigungsmaschine, minderwertige Treber. Später, im Jahre 1908, als von verschiedenen Seiten Erfahrungen über das Maischefilter laut geworden sind, spricht sich Dr. Schiffer dahin aus, daß er die Vorteile, wie er sie 1903 angeführt, vollständig aufrecht erhält und bemerkt, daß bei Anwendung des Maischefilters der Bier-

charakter nicht geändert, sondern außerordentlich verbessert wird und daß bei Verwendung von minder gut gelöstem Malz oder Mitverwendung von Spitzmalz bessere Resultate erzielt werden.

Das Maischefilter, das zunächst nur für größere Brauereien in Betracht kommen könnte, eignet sich nach Dr. Schiffer nicht: 1. bei Vorhandensein einer für die erforderliche Produktion ausreichenden Läuterbottichanlage mit bewährten modernen Einrichtungen; 2. in solchen Fällen, in denen die

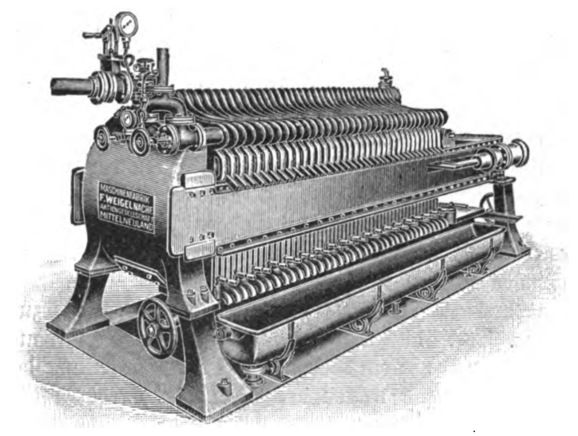


Abb. 42. Maischfilterpresse (Treberpresse).

Brauereien gezwungen sind, die Naßtreber nach dem Volumen zu verkaufen.

Die Aufstellung des Maischefilters empfiehlt sich: 1. wenn die Leistungsfähigkeit einer Brauerei gesteigert werden soll ohne Neubau oder bei Neuanlagen; 2. in Betrieben, in denen die Läuterbottichausbeute um 2 % und mehr hinter der mit Maischefilter zurückbleibt. In diesem Falle wäre erst zu prüfen, ob nicht die Ausbeute durch Beseitigung von geringen Fehlern, die der Läuterbottich besitzt, oder Benützung anderer Hilfsmittel erhöht werden kann.

Sind nun keine solche Hilfsapparate zur Verfügung und hat man mit der genannten Schwierigkeit beim Abläutern zu tun, so läßt sich die Vorderwürze allmählich nur in der Weise gewinnen, daß man wiederholt, so oft eben das Fließen der Würze aufhört, die Treber auflockert, umhackt und etwas heißes Wasser zugibt.

Ist das Abläutern der Vorderwürze beendigt, so beobachtet man auf der Oberfläche der Treber eine graue, schmierige Masse, den sog. Oberteig. Dieser besteht der Hauptmenge nach aus koagulierten Eiweißkörpern, jedoch auch aus unaufgeschlossener Stärke und ist mit Würze bis zu 82 bis 88 % völlig durchtränkt. Die Menge und die Zusammensetzung ist wesentlich abhängig von der Art des Maischverfahrens. Es ist klar, daß der Oberteig in größerer Menge vorhanden und stickstoffreicher sein muß beim Dekoktionsverfahren als beim Infusionsverfahren.

Hie und da kann man es finden, zumal in kleineren Brauereien, daß dieser Oberteig vor dem Anschwänzen abgenommen wird, um ein wertvolles Futter zu gewinnen und um andererseits das Abläutern der Nachgußwürzen zu erleichtern. Es ist dies als ganz unzweckmäßig und unrentabel zu bezeichnen, da ja ein bedeutender Verlust an Würze damit verbunden ist und weiter der Wert der Treber viel geringer wird.

In dem Oberteig, wie auch in den Trebern steckt noch eine bedeutende Menge Würze und es ist nun darauf zu sehen, diese Würze möglichst vollständig zu gewinnen. Dieses geschieht durch den Nachguß, durch das Anschwänzen, Auslaugen der Treber mit Wasser von nicht viel unter, aber auch nicht viel über 75 ° C. Kochend heißes Wasser ist nicht nur nicht erforderlich, es kann sogar schädlich sein, indem dadurch halb- oder unaufgeschlossene Stärke in die Würze gelangt, wodurch Kleistertrübung auftreten kann. Zu wenig temperiert darf das Anschwänzwasser auch nicht sein, da, abgesehen von weniger gutem Auslaugen der Treber, durch zu starkes Abkühlen die Würze nachteilig beeinflußt wird.

Zum Anschwänzen darf nicht zu wenig Wasser verwendet werden, um eben die Treber möglichst gut auszulaugen, wodurch die Ausbeute des Malzes erhöht wird. Als Gesamtguß rechnet man pro hl Malz 4 hl Wasser. Als Hauptguß wird, wie angegeben, 2,50 hl pro hl Schüttung genommen. Mithin bleiben für den Nachguß 1,5 hl Wasser pro hl Malz. Diese Menge Wasser wird auf zwei- oder dreimal verwendet, d. h. man macht zwei bis drei Nachgüsse.

Vor dem Anschwänzen werden die Treber aufgehackt zum Zwecke des Auflockerns, um sie leichter auslaugen zu können. Dieses Aufhacken besorgt entweder eine im Läuterbottich augebrachte Aufhackmaschine oder es geschieht durch Umstechen mit der Schaufel.

Das Anschwänzen besorgt gewöhnlich eine Anschwänzvorrichtung, wie solche bereits bei den Einrichtungsgegenständen eines Sudhauses erwähnt wurden. Es ist darauf zu sehen, daß das Anschwänzen rasch geschieht. Die Treber dürfen nicht lange mit der Luft in Berührung bleiben und müssen vor stärkerer Abkühlung geschützt sein.

Auch die Nachgüsse müssen klar ablaufen und man läßt deshalb, wenn angeschwänzt ist, jeden Nachguß 10 bis 15 Minuten in der Ruhe. Hierauf werden die Nachgußwürzen in gleicher Weise gewonnen wie die Vorderwürze, mit der sie in der Pfanne vermischt werden. (Nachgüsse besitzen eine andere Zusammensetzung.) Der Extraktgehalt der Nachgüsse wird sachgemäß von einem zum andern immer geringer und man wird mit dem Resultate vollauf zufrieden sein können, wenn die zuletzt klar abfließende Nachgußwürze eine Saccharometerangabe von 0,2 bis 0,5 % zeigt.

Zur vollständigen Gewinnung des Extraktes werden oft noch einige Nachgüsse gemacht und zur Erzeugung von Dünnbier, Nachbier, Scheps verwendet, oder sie dienen, das Glattwasser bildend, als Viehfutter oder zur Erzeugung von Spiritus. Hie und da kommt es vor, daß die letzten Nachgüsse für den nächstfolgenden Sud benutzt werden. Es darf dies nur dann geschehen, wenn diese Nachgüsse so-

fort in den Maischkessel gelangen, zum Kochen erhitzt werden und zum Aufbrühen Verwendung finden. Würden diese Nachgüsse zu stark abgekühlt, so verderben sie leicht und in zuletzt erwähnter Weise verwendet, könnte ein bedeutender Schaden entstehen.

Die Treber. Nach Beendigung des Abläuterns müssen die im Läuterbottich zurückbleibenden festen Bestandteile, die Treber, aus diesem sofort herausgeschafft werden. Die Treber sind ein wertvolles Futtermittel für Mast- und für Milchvieh; sie werden, der Luft ausgesetzt, rasch sauer, indem infolge der noch immer in ihnen vorhandenen Würze saure Gärung eintritt. Werden die Treber durch Auswaschen mit Wasser vollständig von der Würze befreit, so faulen sie bald, wenn sie an der Luft liegen. Durch diese Veränderungen verlieren die Treber nicht nur an ihrem Nährwert, sondern sie können selbst nachteilig auf die Gesundheit der Tiere wirken. Am besten finden sie im frischen Zustande Verwendung. Für kürzere Zeit werden sie in der Weise aufbewahrt und konserviert, daß man sie in Fässer stampft und mit Wasser überschüttet oder in ausgemauerten Gruben festdrückt und luftdicht abschließt. In Gegenden mit bedeutendem Brauereibetrieb, wo ein großer Vorrat von Trebern vorhanden ist, werden Trebertrockenapparate benutzt, um die Treber zum Zwecke des Aufbewahrens und Versandes zu trocknen. In rotierenden Trommeln oder in Mulden, in denen die Treber gerührt werden, geschieht das Trocknen dadurch, daß Dampf oder warme Luft die Trockengefäße umspielt. Trebertrockenapparate von Theisen, Henke, Hecking, Paßburg, Otto, Lockwood u. a.

Bei Benutzung eines derartigen Apparates ist darauf zu sehen, daß das Trocknen der Treber nicht bei zu hoher Temperatur, nicht über 50 bis 60° C geschieht, weil sie sonst hinsichtlich der Verdaulichkeit Schaden leiden würden. Es kommt auch vor, daß die Treber vor dem Trocknen gepreßt werden, um das Trocknen rascher und leichter

zu erzielen, allein damit ist immer ein Verlust an Nährstoffen verbunden.

Der Futterwert der Treber ist sehr verschieden und abhängig von der Beschaffenheit des Malzes, von dessen besserer oder geringerer Ausbeute und von der Art des Maischverfahrens. Treber von licht abgedarrtem Malze oder bei geringerer Ausnützung des Malzes oder von Dickmaischwürzen sind wertvoller. Wird der sog. Oberteig in mancher Brauerei, wie schon bemerkt, vor dem Anschwänzen abgehoben, so wird dadurch der Nährwert der Treber bedeutend verringert.

Zusammensetzung von frischen Trebern:

Trockensubstanz	17,0—30,0	im Mittel	22,3 %
Stickstoffhaltige Substanz	2,9— 6,3	„ „	4,6 %
Fett	1,1— 2,5	„ „	1,6 %
Stickstofffreie Extraktstoffe	3,2—14,8	„ „	9,9 %
Holzfaser	2,5— 9,5	„ „	5,0 %
Asche			1,2 %

Zusammensetzung von Trockentrebern:

Trockensubstanz	87,7—93,7	im Mittel	90,1 %
Stickstoffhaltige Substanz	18,4—28,0	„ „	22,6 %
Rohfett	3,3— 9,9	„ „	8,2 %
Stickstofffreie Extraktstoffe	33,4—46,9	„ „	39,7 %
Holzfaser	8,6—19,7	„ „	15,1 %

Kochen der Würze mit Hopfen.

Der Zweck des Würzekochens ist:

1. Konzentration der Würze, die ja durch die verschiedenen Nachgüsse verdünnt wurde;
2. Ausscheidung leicht koagulierbarer Eiweißstoffe;
3. Überführung wertvoller Bestandteile des Hopfens in die Würze;
4. Sterilisierung.

Sobald ein kleiner Teil der Vorderwürze in der Pfanne sich befindet, so daß der Pfannenboden bedeckt ist, muß durch ein schwaches Feuer dafür gesorgt werden, daß sich die Würze nicht abkühlen kann. Eine Temperaturerhöhung der Würze über $77^1/_2$ ° C, bevor nicht alle Vorderwürze und selbst die Nachgußwürzen in der Pfanne sich befinden, soll jedoch auch vermieden werden. Es kann dies nur vorteilhaft sein, wenn nämlich die Verzuckerung selbst auf der Ruhe noch nicht vollständig ist, oder wenn durch Benützung von sehr heißem Wasser zum Anschwänzen halbaufgeschlossene Stärke mit in die Würzpfanne kommt und Kleistertrübung zu befürchten wäre, so kann die noch vorhandene Diastase nachwirken und eine spätere Trübung des Bieres verhindern.

Die Kochdauer ist in den einzelnen Brauereien verschieden lange. In der einen Brauerei muß die heiße Würze nach dem Kochen gemessen ein bestimmtes Volumen haben (Ausschlagen nach der Menge), in der anderen Brauerei muß die Würze eine gewisse Saccharometerangabe zeigen (Ausschlagen nach Prozenten). In allen Fällen soll die gargekochte Würze einen schönen Bruch zeigen, es sollen sich die ausgeschiedenen Eiweißkörper im Schaugläschen rasch absetzen und die Würze klar und glänzend erscheinen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die Kochdauer abhängig sein wird von der Menge der Würze in der Pfanne nach dem Abläutern, von deren Verdünnungsgrad und wohl auch von dem angewendeten Maischverfahren.

Dekoktionswürzen werden in der Regel weniger lange zu kochen sein, weil durch das Kochen der einzelnen Maischen schon Konzentration der Flüssigkeit und Ausscheidung einer großen Menge leicht koagulierbarer Eiweißkörper eintritt.

Infusionswürzen sind länger zu kochen, sie sind ja meist stärker verdünnt und enthalten die weitaus größte Menge der koagulierbaren Eiweißkörper in Lösung.

Die Kochdauer einzig und allein nach dem Bruch zu richten ist nicht zweckmäßig. Wenn der gewünschte, grob-

flockige Bruch nicht bei der sonst üblichen Kochzeit eintritt, so wird es auch nicht besser werden, falls länger gekocht wird. Es muß aber in solchen Fällen nicht immer ein Fehler im Malze oder im Maischprozesse vorliegen und infolgedessen eine Störung in den nachfolgenden Prozessen zu fürchten sein. Es kommt vor, daß die ausgeschiedenen Eiweißkörper im fein verteilten Zustande vorhanden sind. Eine eingehende Untersuchung der Würze läßt nichts Anormales konstatieren und die Gärung verläuft ganz regelmäßig. Der Grund hiervon liegt meist darin, daß mit dem Kochen schon während des Abläuterns begonnen wird und die Würze durch wiederholtes Aufpumpen jedesmal aus dem Sude kommt.

Man wird annehmen können, daß Dekoktionswürzen in 2 bis $2^1/_2$ Stunden genügend gekocht sind; bei Würzen für Schankbiere kann die Kochdauer noch etwas verkürzt sein. Infusionswürzen werden meist vier bis acht Stunden gekocht.

Durch das Kochen der Würze mit Hopfen werden wertvolle Bestandteile desselben in die Würze übergeführt, wodurch die Würze bzw. das Bier einen angenehm bitteren und aromatischen Geschmack bekommt. Weiter klärt der Hopfen und macht das Bier infolge einiger seiner antiseptisch wirkenden Bestandteile viel haltbarer, widerstandsfähiger.

Was die Art der Hopfengabe anlangt, so wird in dieser Beziehung ganz verschieden verfahren. Man gibt den Hopfen auf einmal oder auf zwei-, dreimal. Wird der Hopfen auf einmal der Würze, und zwar bevor dieselbe zum Kochen erhitzt wird, zugegeben, so hat man eine bessere, möglichst vollkommene Ausnutzung des Hopfens im Auge, was ja sicher auch erreicht wird. Wird er hingegen in zwei oder drei Partien gegeben, so will man fürs erste das Dunklerwerden der Würze, wozu der Hopfen mit beiträgt, vermeiden, fürs zweite die aromatischen, leicht flüchtigen Bestandteile in der Würze besser zurückhalten. Aus letzterem Grunde bringt man einen Teil des Hopfens vor dem Ausschlagen in den Hopfenseiher und läßt die Würze einfach darüberlaufen. Bei dieser Art der Hopfengabe ist von einer entsprechenden Extrahierung

des Hopfens keine Rede, und dies ist bei der Berechnung der Hopfenmenge für einen Sud wohl zu berücksichtigen.

Als das Zweckmäßigste hat sich erwiesen, den Hopfen in zwei Partien zu verwenden, die eine Hälfte in die Würzepfanne zu bringen, wenn der Boden der Pfanne gut mit Würze bedeckt ist, oder sich die Vorderwürze in ihr befindet. Die zweite Hälfte gibt man zu, sobald das Abläutern beendigt ist, vor Beginn des Hopfensudes.

Ist vorher schon erwähnt worden, daß die Art der Hopfengabe bzw. die bessere oder geringere Ausnutzung des Hopfens einen Einfluß haben muß auf die Menge des für einen Sud zu nehmenden Hopfens, so wird diese Menge auch weiter noch bedingt durch die Anforderungen der Bierkonsumenten, durch die Qualität des Hopfens, durch den Charakter des zu erzeugenden Bieres und durch die Länge seiner Lagerzeit.

Nach jeder Hinsicht hat der Brauer auf die Anforderung seiner Bierabnehmer, Bierkonsumenten Rücksicht zu nehmen, dies gilt auch in bezug auf den mehr oder weniger bitteren Geschmack. In manchen Gegenden, zumal in Hopfen produzierenden, sind stark gehopfte Biere beliebt und es muß meist die doppelte Menge Hopfen genommen werden gegenüber Gegenden, in denen ein mehr süßer Geschmack des Bieres bevorzugt wird.

Daß die Qualität des Hopfens die größere oder geringere Hopfengabe mit veranlaßt, ist selbstverständlich. Von einem frischen, guten, ausgiebigen Hopfen wird man weniger zu nehmen haben, um dasselbe Resultat, d. h. den gleichen Geschmack dem Biere zu verleihen, als von einem Hopfen minderer Qualität.

Biere aus licht abgedarrtem Malze, helle, weinige Biere müssen stärker gehopft sein. Gerade bei diesen Bieren ist ein ausgeprägter Hopfengeschmack erwünscht und sie vertragen auch eine bedeutende Hopfengabe, während bei dunklen, vollmundigen Bieren durch Verwendung von zu viel Hopfen das beliebte Malzaroma verdeckt werden würde.

Soll ein Bier mehrere Monate, sechs bis acht Monate, lagern, so muß in Rücksicht darauf die Hopfenmenge erhöht werden

und dies ist um so mehr notwendig, wenn der Lagerkeller nicht in jeder Beziehung den Anforderungen eines guten Lagerkellers entspricht. Solche stark gehopfte Biere zeigen am Ende der Hauptgärung einen sehr bitteren Geschmack, allein mit der Länge der Lagerzeit verliert sich diese übermäßige Bitterkeit mehr und mehr.

Der Hopfen wird bei der allgemein üblichen Art der Verwendung nur im geringen Maße ausgenützt. Um eine vollständigere Extraktion zu erzielen und somit Hopfen zu sparen, hat man in Vorschlag gebracht, die Hopfendolden zu zerkleinern, zu zerreißen. Es existieren zu diesem Zwecke verschiedene Konstruktionen von sog. Hopfenzerreißmaschinen. Von einer nennenswerten Ersparnis kann bei Benützung einer solchen Maschine keine Rede sein, andererseits bieten die stark zerkleinerten Hopfenblätter beim Ausschlagen der Würze nicht das günstige Filtermaterial und tragen auch nicht so zur Klärung der Würze bei, wie dies bei gewöhnlicher Art der Hopfengabe und Benützung von frischem Hopfen der Fall ist.

Erwähnt seien die neuen Hopfenseiher, Apparate, bei denen der Hopfen nicht mehr in der Hopfenpfanne gekocht, sondern im Apparat ausgelaugt wird. Diese Apparate bringen, wie Bleisch auf Grund von Untersuchungen anführt, mindestens so große Hopfenersparnisse wie die Hopfenzerreißmaschinen und dürften eine große Zukunft haben.

Deinhard hat empfohlen, den Hopfen zum Zwecke der besseren Ausnützung wiederholt auszukochen. Es wurde auch einige Zeit lang von diesem Verfahren in mehreren Brauereien Gebrauch gemacht, doch ist man jetzt wieder davon abgekommen. Auch dadurch läßt sich eine nennenswerte Ersparnis nicht erzielen. Dabei ist aber ein nachteiliger Einfluß auf die Qualität des Bieres nicht ausgeschlossen. Nach Hayduck ist das wiederholte Auskochen des Hopfens wertlos. Beim erstmaligen Kochen wird der größere Teil der wertvollen Bestandteile der Hopfens extrahiert, durch öfteres Kochen werden die wirksamen Weichharze in die unwirksamen Hartharze übergeführt.

Hopfenmenge pro Zentner Malz:

bei Winter- oder Schänkbieren	11—12%	Ba.	0,75—1 Pfd.
„ Lagerbier	12—14%	„	1,25—2 „
„ Bockbier	16—18%	„	1,25—1,50 „
„ Salvatorbier	18—20%	„	1,25—1,50 „

Für Wienerbier rechnet man pro Hektoliter Würze:

bei Abzugbier . .	10%	Ba.	0,30—0,50	Pfd. Hopfen,
„ Lagerbier . .	13%	„	0,70—0,90	„ „
„ Märzenbier .	14—15%	„	1,10—1,20	„ „

Für böhmische Biere rechnet man pro Hektoliter Würze:

bei Jungbier. . .	10—11%	Ba.	0,60—0,90	Pfd. Hopfen,
„ Lagerbier . .	11—12%	„	0,80—1,0	„ „
„ Märzenbier .	12—13%	„	1,10—1,20	„ „

Sobald die Würze genügend gekocht ist, wird sie über den Hopfenseiher, der den Hopfen und den größten Teil der ausgeschiedenen Eiweißkörper zurückhält, auf das Kühlschiff gepumpt. Man bezeichnet diese Manipulation mit **Ausschlagen, Würze- oder Bierschöpfen.**

Der Hopfen hält eine beträchtliche Menge von Würze zurück und es darf nicht außer acht gelassen werden, diesen Teil der Würze noch zu gewinnen, wodurch die Ausbeute wesentlich erhöht wird. Der Hopfen wird daher mit heißem Wasser gründlich ausgewaschen, ein Auspressen, wie solches empfohlen wird, dürfte weniger vorteilhaft sein.

Was die **Verwendung des ausgebrauten Hopfens** anlangt, so wird von **Windisch** in Nr. 6 der „Wochenschr. f. Brauerei“, Jahrgang 1896, empfohlen, dieses an Pflanzennährstoffen reiche Material als Dünger zu kompostieren. Da bis jetzt der ausgelaugte Hopfen als Ballast umherliegt oder verbrannt wird, so sollte die Landwirtschaft in der Nähe größerer Brauereien ernstlich auf eine verständige Ausnützung der so wertvollen Rückstände bedacht sein. In der „Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen“, Jahrgang 1896, Nr. 9 sagt **Aubry**, daß der Hopfenrückstand, ebenso wie er für die Menschheit nutzbar ge-

macht werden kann, für die Brauerei, aus der er hervorgeht, auch große Gefahren und Nachteile zu bringen vermag und daß es schon aus diesem Grunde geboten erscheint, sich des ausgebrauten Hopfens rasch zu entledigen, d. h. ihn aus dem Bereiche der Betriebsstätten zu entfernen. Schließlich sei die Verwendung des ausgekochten Hopfens als Futtermittel noch erwähnt. Dem Nährwert nach steht er ungefähr Stroh oder Spreu gleich. Geringe Beigaben von Hopfen werden von den Tieren gern genommen. Der Hopfen soll aber nur frisch verfüttert werden. Alter Hopfen, zumal wenn er mehr oder weniger verdorben oder bereits stark schimmelig geworden, darf nicht mehr verfüttert werden, da er gesundheitsschädlich ist.

Ausgebrauter Hopfen enthält:

Trockensubstanz	14,0—30,0	im Mittel	25,0 %
Stickstoffhaltige Substanz . .	3,2— 5,0	„ „	4,3 %
Rohfett	1,0— 3,9	„ „	1,9 %
Stickstofffreie Extraktsubstanz	6,2—17,0	„ „	11,4 %
Holzfaser	3,7— 8,4	„ „	5,9 %

Das Kühlen der Würze.

Die genügend gekochte Würze wird, wie erwähnt, auf die Kühle gepumpt und muß rasch auf die Anstelltemperatur abgekühlt werden. Zu diesem Zwecke wird die Würze auf flachen Gefäßen, den sog. Kühlschiffen, ausgebreitet. Die Kühlschiffe sind im Kühlhause, das sich neben oder über dem Sudhause befindet, aufgestellt. Es ist nicht zweckmäßig, das Kühlhaus in weiterer Entfernung vom Sudhaus anzubringen, da dies manche Übelstände zur Folge hätte. Das Kühlhaus soll von allen Seiten der Luft ungehindert Zutritt gestatten; die Wandseiten sollen mit Jalousien versehen sein, die sich nach der Windrichtung beliebig verstellen lassen. Die Kühlschiffe werden aus Kupferblech, das innen aus sanitären Rücksichten ververzinnt werden muß, oder aus Eisenblech verfertigt. Das Kupfer hat dem Eisen gegenüber gewiß viele Vorzüge, allein

der Kostenpunkt ist auch bedeutend höher und daher findet man meistenteils Kühlschiffe aus Eisen. Gegen das Rosten schützt man die eisernen Kühlschiffe von außen durch einen geeigneten Anstrich. Ein Übelstand der eisernen Kühlschiffe besteht auch darin, daß anfänglich bei Benützung neuer Kühlschiffe, oder wenn einige Zeit nicht gebraut wird, die Würzen sich wesentlich dunkler färben. Ist damit auch kein Nachteil für das fertige Bier zu fürchten, indem sich diese dunklere Färbung bei der Gärung wieder verliert, so kann dies in der Weise vermieden werden, daß man einen Anstrich von Eisenlack anwendet oder man kann auch eiserne Kühlschiffe verzinnen. Im übrigen ist dieser Übelstand der eisernen Kühlschiffe nur von kurzer Dauer. Nach einiger Zeit der Benützung setzt sich an den Wandungen des Kühlschiffes eine graue oder braune Kruste ein sog. Bierstein an, der so fest anhaftet, daß er durch gewöhnliches Waschen nicht entfernt werden kann. Dieser Bierstein ist ein natürlicher Schutz für das Eisen und verhindert, da die Würze nicht mehr direkt mit dem Eisen in Berührung kommt, das Nachfärben der Würze. Man hat mit Erfolg für Erzeugung von Bierstein in der Weise gesorgt, daß man die Wandungen des Kühlschiffes mit einem Absud von Galläpfeln bestrich und eine eigens für diesen Zweck bereitete Hopfenwürze darauf wirken ließ.

Die Würze soll auf der Kühle nicht lange liegen bleiben, soll rasch abgekühlt werden. Zur Förderung der Abkühlung und andererseits um der Würze Gelegenheit zu geben, Sauerstoff aufzunehmen, wird die heiße Würze in vielen Brauereien einige Zeit, $^1/_2$ bis 1 Stunde, lang mit Krücken durchgerührt oder es sind mechanische Vorrichtungen angebracht, die die mit Feuchtigkeit beladene Luft ab- und frische Luft zuführen: Windflügel, die über der Würze in starke Rotation versetzt werden. Von diesem sog. Aufkühlen will man außer Beförderung der Verdunstung und Abkühlung auch noch den Vorteil gefunden haben, daß die Berührung der heißen Würze mit der Luft einen günstigen Einfluß auf den Geschmack und die Haltbarkeit des Bieres ausübe und durch reichlichere Aus-

scheidung von stickstoffhaltigen Substanzen der Glanz des Bieres erhöht werde.

Die Würze soll auf dem Kühlschiffe nicht einzig und allein abgekühlt werden, es sollen auch die in der Würze suspendierten Eiweißkörper und Hopfenteile, die im Hopfenseiher nicht zurückgehalten wurden, und jene Substanzen, die während der Abkühlung zur Ausscheidung gelangen, sich absetzen. Diese Körper bilden das sog. Kühlgeläger (Trub).

Die Würze soll auf dem Kühlschiff rasch auf die Anstelltemperatur abgekühlt werden. Bei höherer Lufttemperatur, zumal bei Eintritt der wärmeren Jahreszeit, würde es zu lange dauern, wollte man die Würze auf der Kühle stehen lassen, bis die gewünschte Anstelltemperatur erreicht ist, es wäre überhaupt nicht möglich. Dabei liegt die Gefahr einer Infektion zu nahe und die Würze kann in einem so veränderten Zustande in den Gärbottich gelangen, daß normale Gärung nicht zu erwarten ist, die Biere hinsichtlich des Geschmackes und der Haltbarkeit sehr zu wünschen übrig lassen. Es ist deshalb nicht genug zu empfehlen, mit Benutzung eines Kühlapparates die Würze auf die erforderliche niedrige Temperatur herunterzukühlen. Ein Kühlapparat soll in jeder Brauerei vorhanden sein.

Die Kühlapparate lassen sich einteilen in:

1. Geschlossene Kühlapparate, Batteriekühler, bei denen die Würze in Röhren fließt, die vom Kühlwasser umspült werden.
2. Offene Kühlapparate, Berieselungskühler, bei denen die Würze über Röhren oder gewellte Bleche fließt, während das Kühlwasser im Innern der Röhren zirkuliert.

Von einem guten Kühlapparat muß verlangt werden, daß die Würze rasch auf die gewünschte Temperatur abgekühlt werden kann und hierbei nicht viel Eis notwendig ist.

Die verschiedenen Systeme der offenen Kühlapparate haben sich in dieser Beziehung am besten bewährt und haben auch die weiteste Verbreitung gefunden. Die geschlossenen Kühlapparate leiden an dem Fehler, daß die Würze zu wenig

Gelegenheit hat, mit Luft in Berührung zu kommen und daß sie meist schwer zu reinigen sind.

Der Kühlapparat wird am besten in der Zeit benutzt, in der die Würze eine Temperatur zwischen 40 bis 50 ° C zeigt. Man kann da annehmen, daß die Würze, zumal bei Anwendung des Aufkühlens, genügend gelüftet ist, daß der Trub sich vollständig abgesetzt hat und daß eine Infektion vermieden wird.

Auch das Aussehen der Würze auf dem Kühlschiffe gibt dem beobachtenden Brauer Gelegenheit, sich zu überzeugen, ob der Maisch- und Sudprozeß günstig verlaufen ist und ob eine normale Gärung zu erwarten ist. Die Würze soll sich gut brechen und rasch klären. Noch während die Würze zufließt, soll sich das Geläger absetzen und die Flüssigkeit dunkel erscheinen. Nach Verlauf von etwa 8 bis 10 Minuten wird in günstigen Fällen das Geläger festsitzen und die Würze schwarz auf der Kühle liegen. Wenn hingegen der Spiegel braungrün, grau, lehmig, oder fuchsig, rostig erscheint, so sind das höchst ungünstige Erscheinungen, zu denen in erster Linie wohl die Beschaffenheit des Malzes, andererseits aber auch Manipulationsfehler im Maischprozeß Veranlassung geben konnten.

Die Würze kommt vom Kühlschiff entweder in einen sog. Sammelbottich, der meist geeicht ist und es so ermöglicht, die Menge der gewonnenen Würze genau abzumessen oder man läßt sie direkt in die Gärbottiche laufen (Kühllaufen).

Auf dem Kühlschiff bleibt und soll das Geläger zurückbleiben. Es wäre fehlerhaft, wenn es mit der abfließenden Würze mehr oder weniger mitgerissen würde. Dieses Geläger hält eine beträchtliche Menge Würze fest, andererseits läuft auch die Würze nicht vollständig von der Kühle ab. Um nun diesen Teil der Würze zu gewinnen, kehrt man das Kühlgeläger ab und bringt es in sog. Filtrierbeutel, Trubsäcke aus Leinen oder Flanell oder auch aus feinem Drahtgewebe. Die ablaufende Würze (Trubsackwürze) verteilt man in die Gärbottiche. Seit Jahren werden an Stelle der Trubsäcke Filterpressen, Trubpressen, gebraucht, die sich sehr gut bewährt haben.

Das Kühlgeläger ist möglichst bald, zumal zur wärmeren Jahreszeit, zu entfernen, da es sehr leicht Zersetzung erleidet und weiter zu Infektion Anlaß geben kann. Seine Zusammensetzung macht es geeignet zur Verwendung als Futtermittel oder, da ja immerhin noch gärungsfähiger Extrakt zurückbleibt, kann es Branntweinmaischen zugesetzt werden. Bei letzterer Art der Benützung können dann die für den Fütterungswert in Betracht kommenden Bestandteile in der Schlempe wieder verwendet werden. Die Menge des Kühlgelägers ist und muß verschieden sein und hängt ab von dem verwendeten Malze, von der Hopfenmenge, hauptsächlich aber von dem Maischverfahren. Weniger Trub wird sich ergeben bei dem Dickmaischverfahren, da ja beim Kochen der einzelnen Maischen ein großer Teil der leicht gerinnbaren Eiweißkörper ausgeschieden wird, die in den Trebern zurückbleiben.

Nach Lermer enthalten 100 Teile Geläger 14 Teile Trockensubstanz.

100 Teile des trockenen Gelägers setzen sich zusammen aus:

Zucker	16,37	38,25 in Wasser löslichen,
Dextrin	20,73	
andere Bestandteile	1,15	
vom Hopfen herstammende Harze	16,62	61,75 in Wasser unlöslichen Substanzen.
Proteinkörper	34,63	
Zellulose	6,30	
Asche	4,20	

Abschaffung des Kühlschiffes. Die Würze wird durch das Kochen mit Hopfen sterilisiert und gelangt keimfrei auf das Kühlschiff. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß auf der Kühle eine Infektion der Würze stattfinden kann, die Anlaß zu anormalen Gärungen und fehlerhaften Eigenschaften der Biere geben könnte. Aus diesem Grund ist die Agitation gegen die Verwendung der Kühlschiffe und deren Ersatz durch Kühlapparate erklärlich. Schon Pasteur hat empfohlen, die Würzen, um jegliche Infektion zu vermeiden, zunächst mit keimfreier Luft in Berührung zu bringen und

hierauf unter Benützung eines geschlossenen Kühlapparates abzukühlen. Dieser Anregung Pasteurs wurde wenig Beachtung geschenkt, allein die Untersuchungen und die Einführung reingezüchteter Hefe in der Brauerei durch Hansen mußten wiederum auf den Gedanken zur Abschaffung des Kühlschiffes führen. Die Vorteile der Verwendung reingezüchteter Hefe würden ja nur minimal sein, wenn die Würze auf der Kühle durch Aufnahme von Organismen Veränderungen erleidet, die zu mißliebigen Erscheinungen bei der Gärung und im fertigen Biere beitragen sollten. Es wurden eine Reihe von Vorschlägen gemacht und verschiedene Apparate als Ersatz für das Kühlschiff konstruiert, von denen mit mehr oder weniger Erfolg in der Praxis Anwendung gemacht wurde. Von einer eingehenden Besprechung solcher Apparate muß wohl hier abgesehen werden, es dürfte genügen, einige aufzuzählen: Kühlbottich von Ergang, Kühlanlage von Hoffmann und Ebert, Zentrifuge von Axel Bergh, Kühlbottich von Eckert, Kühlanlage von Steinecker usw. Neuere Apparate und Kühlverfahren sind die von Lengering in Dortmund, ferner die Würze-, Sterilisier- und Kühlanlage der Maschinenfabrik Germania in Chemnitz. Bei ersterem Verfahren sind die auf dem Kühlschiff sich abspielenden Vorgänge am vollkommensten nachgeahmt. Die Erfahrungen, die man damit gemacht hat, lauten durchweg günstig und es hat sich darum auch vielfach in Brauereien Eingang verschafft.

Seit Jahren ist diese Agitation gegen das Kühlschiff mehr zur Ruhe gekommen, sei es, daß die Resultate, die man bei Benützung genannter Kühlvorrichtung erzielte, nicht befriedigten, sei es, daß durch vielfache Untersuchungen festgestellt wurde, die Infektion der Würze auf dem Kühlschiffe und die Folgen dieser Infektion seien im allgemeinen nicht so gefährlich, als man annehmen zu müssen glaubte.

Kleinere Brauereien sind aus finanziellen Rücksichten auf den Gebrauch von Kühlschiffen angewiesen, doch auch in Großbetrieben findet man sie noch sehr häufig.

Ist der Brauer darauf bedacht, daß nur gute Roh-

materialien zur Verwendung kommen, daß keine Fehler im Maisch- und Sudprozesse gemacht werden, daß große Reinlichkeit im Betriebe herrscht, werden gut angelegte Kühlschiffe in zweckentsprechender Weise benützt, dann werden die Gefahren der Kühlschiffe vollständig vermieden oder doch auf ein Minimum reduziert, so daß kein nachteiliger Einfluß auf das Bier zu befürchten ist. Eine weit größere Gefahr für Infektion und Verunreinigung der Würze liegt auf dem Wege vom Kühlschiff zum Gärkeller, wenn diese die mehr oder weniger langen Leitungen mit ihren Biegungen und Unebenheiten, an welchen sich Infektionsherde vorfinden können, und die Kühlapparate passiert. Hier muß vor allem von Zeit zu Zeit eine gründliche Reinigung vorgenommen werden.

Ermittelung der Extraktausbeute des Malzes. Von einem guten, rationellen Betriebe wird nur dann die Rede sein können, wenn der Brauer sich angelegen sein läßt, alles aufzubieten, das Malz möglichst vollständig auszunützen. Eine Berechnung der Ausbeute muß als sehr wichtige Aufgabe angesehen werden.

Die theoretische Ausbeute, d. h. die absolute Menge an Extrakt, die 100 Gewichtsteile eines Malzes liefern können, findet man durch eine Untersuchung des betreffenden Malzes im kleinen, durch einen Laboratoriumsversuch.

Bekanntlich ergibt sich zwischen der Ausbeute im Laboratorium und der Ausbeute in der Praxis ein Unterschied. Je größer dieser Unterschied ist, desto unrationeller wird gearbeitet. Jeder Brauer muß dahin trachten, die theoretische Ausbeute des Malzes in der Praxis möglichst zu erreichen. Das wird dann geschehen, wenn er die Ausbeute der Praxis jederzeit kontrolliert, die nötigen Berechnungen darüber anstellt und, falls er den Unterschied zwischen theoretischer Ausbeute und Ausbeute in der Praxis zu hoch findet, alle Punkte berücksichtigt, die eine Erhöhung der Ausbeute ermöglichen. Es ist bei den einzelnen Operationen, Schroten des Malzes, Verteilung des Gusses, Maischverfahren und Auslaugen der Treber, darauf hingewiesen worden.

Um die Ausbeute in der Praxis berechnen zu können, ist notwendig, daß man die Größe der Schüttung, die Menge der gewonnenen Würze und deren Saccharometeranzeige weiß.

Vor allem kommt es darauf an, die Menge der sog. Anstellwürze genau zu ermitteln. Zu diesem Zwecke kommt in vielen Brauereien die Würze vom Kühlschiffe oder Kühlapparate zunächst in einen geeichten Sammelbottich, so daß die Menge der Würze genau bestimmt werden kann. In manchen Brauereien wird die Würzemenge in den Gärbottichen ermittelt, was weniger genaue Resultate erzielen läßt.

Nachstehendes Beispiel möge dazu dienen, wie die Ausbeuteberechnung in der Praxis auf Grund der vorausgehenden Bemerkungen zu geschehen hat, vorausgesetzt, daß man kalte Würze hat.

Malzschüttung	50 Ztr.
Anstellwürze	120 hl
Saccharometeranzeige	14,2 % B.

Wie hoch ist die Extraktausbeute, d. h. wieviel Extrakt wurde von 100 Gewichtsteilen Malz erzielt?

Eine Würze mit einer Saccharometeranzeige von 14,2 % B. hat nach der Tabelle **Balling** ein spezifisches Gewicht von 1,0580 g. Ein Liter dieser Würze wiegt somit $1{,}0580 \times 1000 = 1{,}058$ kg. Die Anstellwürze 120 hl = 12000 l wiegen daher $12000 \times 1{,}058$ kg = 12696 kg. Die Saccharometeranzeige war 14,2 %, mithin sind in 100 kg Würze 14,2 kg Extrakt und in 12696 kg $= \frac{12696 \times 14{,}2}{100} = 1802{,}832$ kg Extrakt. Diese Extraktmenge wurde geliefert von 50 Ztr. = 2500 kg Malz; 100 kg Malz geben daher an Extrakt $\frac{100 \times 1802{,}832}{2500} = 72{,}1$ Extrakt. Die Ausbeute des Malzes ist somit 72,1 %.

Die Extraktausbeute des Malzes findet man, wenn man die Saccharometeranzeige der Anstellwürze (im angeführten Zahlenbeispiele 14,2) mit dem dieser Anzeige entsprechenden spezifischen Gewichte (1,0580) multipliziert, das erhaltene

Produkt weiter noch mit der Litermenge der Würze (12000 l) multipliziert und die erhaltene Zahl durch die Anzahl Kilogramme der Schüttung (50 Ztr. = 2500 kg) dividiert:

$$\frac{14{,}2 \times 1{,}0580 \times 12000}{2500} = 72{,}1.$$

Bezeichnet man
die Saccharometeranzeige mit S,
das spezifische Gewicht der Würze mit D,
die Litermenge der Würze mit L,
die Kilogramme der Schüttung mit M,
so lautet die Formel für die Berechnung der Extraktausbeute:

$$A = \frac{S \times D \times L}{M}$$

Anstatt die Würze im Sammel- oder Gärbottich zum Zwecke der Ausbeuteberechnung zu messen, wird in vielen Brauereien die Menge der kochendheißen Würze in der Pfanne unmittelbar vor dem Ausschlagen ermittelt und in einem genügenden, rasch abgekühlten und filtrierten Quantum die Saccharometeranzeige erhoben, Sudhaus-Pfannenausbeute. Die Ausbeuteberechnung nach der Menge der Ausschlagwürze kann selbstverständlich kein genaues Resultat liefern, immerhin aber dient sie zur Kontrolle der Arbeit im Sudhause und die erhaltenen Zahlen untereinander verglichen geben darüber Aufschluß, ob das Malz stets in gleichmäßig günstiger Weise extrahiert wurde. Um ein möglichst annähernd übereinstimmendes Resultat mit der oben angegebenen Art der Ausbeuteberechnung zu erhalten, wird von der Menge der heißgemessenen Würze $^1/_{20}$ in Abzug gebracht, 100 l kochend heiße Würze gegeben $100 - \frac{100}{20} = 95$ l Würze von 17,5 ° C. Weiter ist der Hopfen und das Kühlgeläger zu berücksichtigen, und man hat vorgeschlagen, $^1/_{15}$ der Liter oder $^2/_{15}$ der Kilogramme der Schüttung als Liter von der bereits auf die Normaltemperatur (17,5 ° C) berechneten Gesamtwürze abzuziehen. Der Abzug für Hopfen und Geläger bei dieser Art der Ausbeuteberechnung muß verschieden sein, je nach der

Hopfengabe usw. Es dürfte jedenfalls wünschenswert sein, diese Faktoren für den einzelnen Betrieb festzustellen.

Beispiel:

Schüttung	50 Ztr. =	2500 kg
Menge der heißen Würze in der Pfanne	130 hl	= 13000 l
Saccharometeranzeige		= 13,6 % B.

13000 Liter kochendheiße Würze geben $13000 - \frac{13000}{20}$ = 12350 l mit 17,5 ° C. Davon für Hopfen und Geläger noch ab: $25000 \times \frac{2}{15}$ = 333 l

bleibt Würze 12017 l

Unter Anwendung der oben angeführten Formel

$$\frac{S \times D \times L}{M} = \frac{13.6 \times 1{,}0555 \times 12017}{2500}$$

ergibt sich eine Ausbeute von 69 %.

Jeder Brauer, der sich um die Rentabilität seines Betriebes kümmert und rechnen will, möge sich Holzners Tabellen zur Berechnung der Malzausbeute und zur Bieranalyse, München, Oldenbourg, verschaffen. Hingewiesen sei auch auf Engerte, Praktischer Sudhaus-Ausbeute-Berechner; Extrakt-Ausbeute-Berechner von Feldner; Tabellen zum direkten Ablesen der Sudhausausbeute von Bauer, von Jakob u. a.

Zwischen der theoretischen Ausbeute und der Ausbeute in der Praxis ergibt sich, wie bereits angegeben, ein Unterschied. Dieser Unterschied ist zurückzuführen auf die weniger vollständige Ausnützung des Malzes in der Praxis und auf die nicht ganz zu vermeidenden Verluste im Sudhause und auf dem Kühlschiffe. In einer einigermaßen gut eingerichteten Brauerei, in der auch gut und gewissenhaft gearbeitet wird, ist man imstande, die theoretische Ausbeute des lufttrockenen Malzes bis auf 3 % zu erreichen. Allein es kommt vor, daß in mancher Brauerei dieser Unterschied fünf und mehr Prozent beträgt, daß z. B. von einem Malze, das bei einem Labora-

toriumsversuche 72 % Ausbeute ergab, auf lufttrockenes Malz berechnet, in der Praxis nur 66 % Ausbeute geliefert werden. Welch bedeutenden Verlust dies für den Betrieb ausmacht, sei an einem Zahlenbeispiel erläutert.

Die Ausbeute eines Malzes in der Praxis sei 66 %, wobei 13 % Würze gewonnen wurde.

100 kg Würze enthalten 13 kg Extrakt.

66 kg Extrakt, erhalten aus 100 kg Malz, entsprechen mithin $\frac{66 \times 100}{13} = 507{,}7$ kg $= \frac{507{,}7}{1{,}053} = 482{,}1$ l Würze. 1,0530 g ist das spezifische Gewicht einer 13 prozentigen Würze. Wird nun die Ausbeute um 3 % erhöht, so liefern 100 kg lufttrockene Malze 69 %. Zeigt die Würze die gleiche Saccharometerangabe von 13 % B., so werden $\frac{69 \times 100}{13} = 530{,}7$ kg $= \frac{530{,}7}{1{,}053} = 504$ l von demselben Extraktgehalt gewonnen.

Von 100 kg Malz werden 504—482,1 = 22,9 l mehr Würze erzielt oder pro Zentner 11,5 l. Diese 11,5 l Würze liefern, 7,5 % Verluste im Gär- und Lagerkeller in Abzug gebracht, 10,64 l verkäufliches Bier. Ist der Malzverbrauch einer Brauerei 10 000 Zentner, so würde mithin bei Erhöhung der Extraktausbeute von 66 auf 69 % 10,641×10 000 = 1064 hl mehr Bier erzeugt werden. Für den Hektoliter Bier 16 M. in Ansatz gebracht, gibt einen Mehrgewinn von 1064×16 = 17 024 M.

Kann der Gewinn der Erhöhung der Ausbeute nicht immer in der Weise zur Geltung kommen, daß eine größere Menge Bier zum Ausstoß gelangt (es können sich ja für den Absatz des Bieres Schwierigkeiten ergeben), so wird sich der Nutzen in der Ersparung von Malz zeigen. Um die gleiche Menge von Würze mit derselben Saccharometeranzeige zu erhalten und somit das gleiche Quantum Bier zum Ausstoß zu bringen, wird weniger Malz zu verwenden nötig sein.

100 Gewichtsteile Malz geben in dem einen Falle 66 Gewichtsteile Extrakt, bei Verbesserung der Ausbeute 69 Ge-

wichtsteile, mithin wird man das gleiche Resultat betreffs Würze usw. in letzterem Falle erhalten durch $\frac{100 \times 66}{69} = 95,65$ Gewichtsteile Malz.

Werden nun bei 100 Gewichtsteilen Malz 100—95,65 = 4,35 Gewichtsteile erspart, z. B. bei 100 Ztr 4,35 Ztr., so ergibt sich, wenn wir den Malzverbrauch des vorigen Beispieles von 10000 Ztr. beibehalten, eine Malzersparung von 435 Ztr. Ist die Schüttung 50 Ztr., so dürfen neun Sude weniger gemacht werden und es wird die gleiche Menge Bier gewonnen, wie bei der Ausbeute von 66 %.

Rechnet man nun den Wert von 435 Ztr. Malz, berücksichtigt man die Betriebskosten für neun Sude und etwa die Steuer, so läßt sich der Mehrgewinn der Erhöhung der Ausbeute von 66 auf 69 %, somit um 3 %, sehr einfach ermitteln.

Wenn die Ausbeute eines Malzes im Sudhause bekannt ist, so lassen sich unter Anwendung der Formel für die Berechnung der Extraktausbeute $A = \frac{S \times D \times L}{M}$ die notwendige Malzmenge (Schüttung) für ein bestimmtes Volumen Würze von bestimmter Saccharometeranzeige oder das Würzequantum mit einer bestimmten Saccharometerangabe aus einer bestimmten Malzmenge oder die Saccharometeranzeige der Anstellwürze von einem bestimmten Würzevolumen aus einer bestimmten Malzmenge berechnen.

Berechnung der Schüttung.

Die Ausbeute eines Malzes im Sudhause ist mit 69,5 % gefunden worden. Mit diesem Malze sollen 70 hl (7000 l) Würze von 13,8 % B. erzeugt werden. Wieviel Kilogramm, bzw. Zentner Malz sind nun zu vermaischen?

$$kg = \frac{S \times D \times L}{A}$$

$$kg = \frac{13,8 \times 1,0564 \times 7000}{69,5} = 1468 \, kg = 29,36 \text{ Ztr.}$$

1,0564 ist das spezifische Gewicht einer Würze von 13,8 % B.

Berechnung der Würzemenge.

1500 kg (30 Ztr.) Malz mit einer Sudhausausbeute von 69,5 % sollen eingemaischt werden und Würze mit 13,8 % B. erhalten werden. Wieviel Liter bzw. Hektoliter Würze werden gewonnen?

$$L = \frac{A \times kg}{S \times D}$$

$$L = \frac{69{,}5 \times 1500}{13{,}8 \times 1{,}0564} = 7150\ l = 71{,}50\ hl.$$

Berechnung der Saccharometeranzeige.

Von 1500 kg (30 Ztr.) Malz mit einer Ausbeute von 69,5 % sollen 7000 l = 70 hl Würze erzeugt werden. Welche Saccharometeranzeige wird die Würze haben?

100 kg Malz geben 69,5 kg Extrakt, 1500 kg geben x.

$$x = \frac{1500 \times 69{,}5}{100} = 1042{,}50.$$

7000 l enthalten 1042,50 kg Extrakt, 100 l = x.

$$x = \frac{1042{,}50 \times 100}{7000} = 15\ kg.$$

100 ccm Würze enthalten mithin 15 g. Eine Würze, die in 100 ccm 15 g Extrakt enthält, hat ein spezifisches Gewicht von 1,061.

$$S = \frac{A \times kg}{L \times D}$$

$$S = \frac{69{,}5 \times 1500}{1000 \times 1{,}061} = 14\ \%\ B.$$

Verwendung von Malzsurrogaten zur Biererzeugung.

In manchen Bier produzierenden Ländern wird ein Teil des Malzes durch sog. Malzsurrogate ersetzt. Hauptsächlich werden Zucker oder ungemälztes Getreide verwendet. Was

die verschiedenen Zuckerarten, die hier in Betracht kommen, Rohrzucker, Invertzucker, Dextrose, betrifft, so sprechen für deren Verwendung nicht etwa nur Billigkeitsgründe, denn der Zucker kommt teurer zu stehen als das Malzquantum, das dadurch erspart werden soll. Man rühmt den Zuckerbieren nach, daß sie einen besseren, süßeren Geschmack haben, daß sie sich leichter klären und haltbarer sind als die reinen Malzbiere. Nur von jenen Zuckerarten dürfte dies Geltung haben, die eigens für Verwendung zur Bierfabrikation hergestellt werden. Der Zucker wird entweder der Maische oder der Würze im Hopfenkessel zugesetzt. Es kommt auch vor, daß Zucker dem Biere im Lagerfaß zugegeben wird; es geschieht dies, um eine lebhaftere Nachgärung hervorzurufen, ein schnelleres Klären der Biere zu erzielen, die Biere früher zum Ausstoß reif zu erhalten. In diesem Falle kann man den Zucker nicht als Malzsurrogat bezeichnen.

Am meisten Interesse als Braumaterialien haben Reis und Mais, von denen sehr große Quantitäten heutzutage zur Bierfabrikation verwendet werden. Es ist wohl richtig, daß die Billigkeit der Produktion in erster Linie für die Benutzung dieser Körnerfrüchte spricht. Die Mälzungskosten kommen in Wegfall, sie sind stärkemehlreicher und stellen sich im Preise niedriger als Gerste bzw. Malz. Allein die Verwendung von Reis und Mais hat auch ihre Schwierigkeiten und das Resultat ist nicht immer zufriedenstellend. Die Fabrikation bei Anwendung von Reis und Mais ist immer erschwert. Die Stärkekörner sind in den Geweben fest eingelagert, das Innere der Körner wird nicht so vom Wasser durchdrungen, die Verkleisterung der Stärke tritt erst bei höherer Temperatur ein, sie ist widerstandsfähiger gegen die Diastase. Bei Malzstärke tritt viel rascher Verzuckerung ein als bei Reis- und Maisstärke. Auf all dies muß bei der Verwendung dieser Surrogate Rücksicht genommen werden, denn sonst ist von einer möglichst vollständigen Gewinnung der Stärke keine Rede, wie auch nicht von einem günstigen Abbau der Stärke zu Dextrin und Zucker. Weiter ist noch zu erwähnen, daß

die Hefe in solchen Würzen sich nicht gut erhält, sehr leicht entartet.

Ein weiterer Vorteil, der für die Verwendung von Reis und Mais spricht, ist die größere Haltbarkeit der Biere. Man nimmt an, daß der Grund hierfür darin gelegen sei, daß von Reis und Mais, die ohnehin ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen als Gerstenmalz sind, beim Maischprozeß weniger von diesen Körpern in die Würze übergehen. Eine Verminderung des Stickstoffgehaltes der Würze soll eine größere Haltbarkeit des Bieres bedingen.

Reis und Mais werden in feingemahlenem Zustande verwendet, mehr als 20 bis 30 Prozent vom Malze sollen nicht genommen werden. Auf etwa 7 Teile Gerstenmalz 1 Teil Reis ist vollkommen unbedenklich.

Die ersten Versuche, die mit Mais gemacht wurden, haben kein befriedigendes Resultat geliefert, der Geschmack des Bieres ließ viel zu wünschen übrig. Die Ursache wurde in dem großen Fettgehalte des Maiskornes gefunden. Dieses Fett, Öl, ist in dem Keim angehäuft. Durch Schälen und Entkeimen wurde der Fettgehalt auf ein Minimum reduziert und derartige Produkte kommen nun in den Handel und finden in der Brauerei Verwendung. Man hat auch versucht, Maismalz herzustellen, doch war man mit diesen Resultaten nicht zufrieden. Es ist sehr schwierig, ein gut aufgelöstes, fehlerfreies Maismalz zu bereiten. Der Mais braucht zur richtigen Anflösung beim Keimen ziemlich lange Zeit und eine höhere Temperatur als Gerste und wird infolgedessen leicht schimmelig.

Zusammenstellung von Gerstenmalz mit den wichtigeren Malzsurrogaten.

100	Gewichtsteile	Gerstenmalz	geben	65	Gewichtsteile	Extrakt
"	"	Rohrzucker	"	100	"	"
"	"	Traubenzucker	"	80	"	"
"	"	Reis	"	80	"	"
"	"	Mais	"	80	"	"

Mithin sind gleichwertig:

100 Gewichtsteile	Gerstenmalz	mit	65	Gewichtsteilen	Rohrzucker
„	„	„	„	80	„	Traubenzucker
„	„	„	„	80	„	Reis
„	„	„	„	80	„	Mais

Was die Art der Verwendung von Reis und Mais anlangt, so gibt Windisch einige erprobte Maischverfahren, wie solche auch in hiesiger Versuchsbrauerei gute Resultate lieferten.

1. Der mit Wasser gut durchgemaischte Braureis wird in der Pfanne zur besseren Verflüssigung mit etwas Malzschrot langsam erwärmt, schließlich zum Kochen erhitzt und verkleistert. Der hierbei erhaltene wässerige Stärkekleister dient als Zubrühflüssigkeit, mit der die Malzmaische im Bottich auf 35 ° C aufgebrüht wird. Alles Weitere geschieht wie beim gewöhnlichen Dickmaischverfahren.

2. Bei Verwendung von geringen Quantitäten Reis wird dieser zur ersten Dickmaische bei 70 bis 75 ° C gestreut und dafür gesorgt, daß die Klumpenbildung vermieden wird. Die Maische wird bei dieser Temperatur $^1/_2$ Stunde gehalten und dann zum Kochen erhitzt. Ein Teil von Reis kann bei gleicher Behandlung zur zweiten Dickmaische zugegeben werden.

3. Das Reismehl wird in einem besonderen Gefäß in kochendheißes Wasser eingemaischt und, wenn möglich, der entstandene dünne Kleister auch gekocht. Die Kleistermasse gibt man der ersten, eventuell auch der zweiten Dickmaische zu und hält die Gesamtmaische bei einer Temperatur von 60 bis 65 ° C etwa $^1/_2$ Stunde. Hernach verfährt man wie gewöhnlich.

Die Reisbiere klären sich rasch und zeichnen sich durch einen besonders angenehmen Geschmack aus.

Die Maiswürzen vergären im allgemeinen langsamer als die Malzwürzen, die Biere brauchen mehr Zeit, bis sie vollständig klar, glänzend werden.

Für helle Biere dürfte sich die Verwendung von Reis und Mais besonders empfehlen, denn diese Würzen sind außerordentlich blaß.

Für sog. Lokalbiere werden in manchen Brauereien, wo überhaupt die Verwendung von Malzsurrogaten gestattet ist, auch Gerste, Weizen, Roggen, Hafer benützt. Das Vermaischen solcher Körnerfrüchte ist mit großen Schwierigkeiten verbunden und hat deshalb mit großer Vorsicht zu geschehen. Sie müssen, um die Stärke für den diastatischen Prozeß möglichst zugänglich zu machen, sehr fein geschroten werden, denn sonst ist die Verzuckerung ungünstig. Wird nun sehr fein geschroten, so kann beim Abläutern infolge festen Zusammensetzens der Treber Störung eintreten.

Dampfbrauerei.

Mehr und mehr findet in den letzten Jahren in den Brauereien der Dampf auch zum Erwärmen und Kochen von Maischen und Würzen Verwendung. Viele größere Brauereien sind entstanden oder neu eingerichtet worden, in der Dampfheizung anstatt direkte Feuerung eingeführt wurde. Die Bedenken, die man gegen die Dampfkochung von Anfang hatte, verschwinden auf Grund eingehender Untersuchungen immer mehr und müssen verschwinden, dagegen gelangt man zu der Überzeugung, daß die Vorteile, die dem Brauer aus der Dampfkochung gegenüber der direkten Feuerung erwachsen können, ganz bedeutende sind.

Ein wesentliches Bedenken gegen die Dampfkochung bestand darin, daß man der Ansicht war, der Geschmack dieser Biere sei verändert, deren Vollmundigkeit und Haltbarkeit geringer.

In der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München wurden Würzen untersucht, erzeugt durch Kochen mit Dampf und andererseits mit direktem Feuer; eine Differenz in der Menge der Würzebestandteile wurde nicht gefunden. In der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin wurden gleichfalls Versuche ausgeführt und die gleichen Materialien in gleicher Weise einmal mit Anwendung der durch direkte Feuerung geheizten Maisch- und Würzepfanne, das andere Mal mit Benützung des von Pest in Berlin gefertigten Dampf-

kochapparates verbraut. Das Resultat war, daß ein wesentlicher Unterschied im Geschmack und den übrigen Eigenschaften der Biere nicht konstatiert werden konnte. Schwackhöfer, Vorstand der österreichischen Versuchsstation und der Wiener Akademie für Brauindustrie, widerlegt durch Versuche das unbegründete Vorurteil, daß die Temperatur des Dampfes nicht imstande sei, wie die direkte Feuerung, ein Überhitzen des Pfannenbodens und ein dadurch bedingtes sog. nasses Rösten der Dickmaische herbeizuführen und infolgedessen der Geschmack und die Vollmundigkeit der Biere geschädigt werden. Er fand die Temperatur des Pfannenbodens unmittelbar über dem Feuerherd bei zwei Versuchen zwischen 119 bis 125° C, bei einem Versuch zwischen 125 und 130° C. Im übrigen Teil der Pfanne ergab sie sich im Mittel zu 115° C.

Ein Überhitzen des Kesselbodens und ein dadurch veranlaßtes nasses Rösten der Dickmaische darf bei regelrechtem Betriebe gar nicht eintreten, und wenn es vorkommt, so ist es immer ein grober Fehler.

Man kann, wenn das Malz die entsprechende Beschaffenheit besitzt, durch die Dampfkochung Biere von beliebigem Charakter herstellen; die Biere, ob sie mit Dampf oder direktem Feuer erzeugt werden, zeigen nicht den mindesten Unterschied in dem Geschmack oder in den sonstigen Eigenschaften, zumal wenn alle jene Punkte Beachtung finden, auf welche Bleisch auf Grund von Versuchen aufmerksam macht (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1908, Nr. 29).

Änderungen im Biercharakter dürften eventuell darauf zurückzuführen sein, daß bei Dampfkochung und dicken Maischen das Rührwerk nicht in entsprechender, genügender Weise wirkt, besonders bei hohem Dampfdruck und kleiner Heizfläche. Auch durch fehlerhafte Ausführung bei der Dampfpfanne bezüglich Form und Größe der Heizfläche kann der Brauprozeß in ganz anderer Weise verlaufen als bei der Feuerpfanne.

Durch unrichtige Bemessung der Heizfläche ändern sich die Zeiten zum Anwärmen der Maischen und zum Kochen der Würzen.

Durch die Form der Dampfpfanne ist gewöhnlich die Oberfläche der kochenden Maische und Würze im Verhältnis zum Inhalt viel kleiner als bei flachen Feuerpfannen, wodurch die wichtige Einwirkung der Luft beeinflußt wird.

Warum die ersten Versuche der Dampfkochung, die schon vor mehr als 60 Jahren gemacht wurden, zu keinem zufriedenstellenden Resultate, gerade was Geschmack usw. betrifft, geführt haben, dürfte darin seinen Grund haben, daß das Kochen der Maischen und Würzen entweder mit direktem Dampfe oder in dicht geschlossenen Gefäßen unter größerem Druck vorgenommen wurde.

Die Einführung von direktem Dampf in die Maische, obwohl dies am ökonomischsten wäre, ist nicht empfehlenswert. Es gibt aber heutzutage noch einzelne Brauereien, in denen dieses Verfahren seit Jahren im Gebrauche ist und die Resultate nie zu Klagen Anlaß gaben. Immerhin liegt aber bei einer derartigen Verwendung des Dampfes die Gefahr sehr nahe, daß Maische und Würze, wie bereits bei Benützung von direktem Dampfe zur Erwärmung des Anschwänzwassers erwähnt wurde, nachteilig beeinflußt werden. Es ist in diesem Falle absolut reiner Dampf notwendig. Diesen aber benützen zu können, dazu ist äußerste Vorsicht geboten und sind die verschiedensten Schwierigkeiten zu überwinden. Bei einer rascheren Dampfentnahme kann es vorkommen, daß geringere oder größere Mengen von Kesselwasser mitgeführt werden, die nach der Menge und der Beschaffenheit der gelösten Substanzen einen geringeren oder größeren schädlichen Einfluß auf die Maische ausüben; auch ölhaltig kann der Dampf sein. Ein Verbrühen von Maischteilen ist sehr leicht möglich. Auf die Verdünnung der Maische durch die Kondensation des Dampfes ist besonders Rücksicht zu nehmen.

Von der Dampfkochung unter höherem Druck ist man bereits seit Jahren abgekommen, da man die Erfahrung gemacht hat, daß der Geschmack der Biere dabei leidet und ein eigentümlicher Fuselgeruch auftritt. Beim Kochen unter Druck resultiert eine an



Abb. 43. Doppel-Dampfsudwerke. Ausgeführt von J. Goeggl & Sohn, München.

Dextrose reichere Würze, und auch die Farbe der Würze wird stark beeinflußt.

Bei den neueren Sudhausanlagen für Dampfkochung wird ausschließlich von dem Dampfe in der Weise Anwendung gemacht, daß die Maisch- und Würzepfanne mit einem doppelten Boden, zum Teil auch mit doppelten Wänden oder mit einem feststehenden Heizröhrensystem oder mit rotierenden Heizapparaten versehen wird und in dem Zwischenraum des Doppelbodens oder den Heizröhren der Dampf zirkuliert. Durch ein Ventil, das sich in dem Dampfrohre vor dem Kessel befindet, kann die Dampfeinströmung und dadurch das Kochen der Maische und Würze höchst einfach reguliert werden (indirekte Verwendung des Dampfes).

Als besondere Vorzüge der Dampfkochung werden angegeben und finden sich durch Versuche und in der Praxis bestätigt:

Die vorerst erwähnte einfache Temperaturregulierung. Durch einen Handgriff am Dampfventil kann das Kochen unterbrochen, aber andererseits auch fast momentan wieder bewirkt werden.

Das Anbrennen der Maische wie auch das Durchbrennen des Pfannenbodens kommt dadurch in Wegfall, freilich ist in letzterer Beziehung darauf zu achten, daß die Spannkraft des Dampfes nicht zu groß ist, wodurch das Dampfrohr oder der Doppelboden einem Zerspringen ausgesetzt würde.

Selbst das geringwertigste Brennmaterial kann benützt werden, während bei direkter Pfannenfeuerung meist nur gutes und folglich auch teures Material verbrannt werden muß.

Eine bedeutende Ersparnis an Brennmaterial überhaupt wird ermöglicht. Schwackhöfer gibt als durchschnittlichen Nutzeffekt eines gut konstruierten und korrekt bedienten Dampfkessels 70 % an, während er bei einer Braupfanne nur 30 bis 50 % beträgt, folglich tritt eine Ersparnis von 20 bis 40 % ein. Goslich hat bei seinen oben erwähnten Versuchen auch den Verbrauch an Feuerungsmaterial festgestellt und gefunden, daß der Kohlenverbrauch der Dampfpfanne erheb-

lich geringer ist. Er gibt die Ersparnis an Kohlen bei Dampfkochung mit 56 % an. Was diesen Punkt anlangt, so sei dazu bemerkt, daß durch wesentliche Verbesserungen von Feuerungsanlagen auch bei Feuerkochungen eine ganz bedeutende Ersparnis von Brennmaterial ermöglicht wurde. So läßt sich die Verbrauchsdifferenz an Feuerungsmaterial bei Feuer- gegenüber Dampfkochung beträchtlich vermindern.

Vierter Abschnitt.

Die Gärung.

Durch die Gärung wird die Bierwürze zu Bier, und es ist die Aufgabe des Brauers, die Gärung so zu leiten, daß ein Bier von ganz bestimmten Eigenschaften entsteht. Ist auch bereits auseinandergesetzt worden, daß die Beschaffenheit des Malzes, der Maisch- und Sudprozeß, die Hopfenmenge und die Art der Hopfengabe von wesentlichem Einfluß auf den Charakter des Bieres sind, so ist es ebenfalls sicher, daß durch die Gärung die Eigenschaften eines Bieres in hohem Grade bedingt sind. Wie wäre es sonst erklärlich, daß aus Stammwürzen von gleichem Extraktgehalt Biere von ganz verschiedenen Eigenschaften entstehen, daß Biere mit der gleichen Menge an Extraktrest verschiedenen Charakter zeigen. Der Zucker bzw. die verschiedenen Zuckerarten in der Bierwürze sind das Material, aus denen während der Gärung hauptsächlich Alkohol und Kohlensäure gebildet werden, außerdem treten noch weitere Veränderungen auf, die sich in dem Geschmack des Bieres erkennen lassen. Jegliche Änderung in der Führung des Gärprozesses läßt die Möglichkeit zu, daß das Bier mehr oder geringere Verschiedenheit zeigt. Ja, dem Brauer muß daran gelegen sein, stets Bier von gleichmäßiger Beschaffenheit, wie es von den Konsumenten gewünscht wird, zu erzeugen, und er wird dies erreichen, wenn er auch dem Gärprozeß, wie den übrigen Prozessen, die notwendige Aufmerksamkeit schenkt und ohne Grund keine Abänderungen in der Art und Weise der Gärführung trifft, wie solche sich in seinem Betriebe bewährt hat.

Im großen und ganzen leitet man Gärung ein, indem man die auf eine bestimmte Temperatur (Anstelltemperatur) abgekühlte Bierwürze mit sog. Hefe versetzt. In Belgien werden manche Biere durch Selbstgärung erzeugt, indem zufällig in die Würze gelangende Gärungsorganismen Gärung verursachen. Die Bierwürze ist eben infolge ihrer Zusammensetzung ein günstiger Nährboden für die Entwickelung der Hefe.

Man unterscheidet, wie schon bei Hefe gesagt wurde, zwei Arten der Gärung:

1. Untergärung, die bei niedriger Temperatur, meist zwischen 5 bis 10° C verläuft und bei der sich der weitaus größte Teil der Hefe im Gärbottich als Bodensatz abscheidet.
2. Obergärung, die bei höherer Temperatur etwa 15 bis 20° C durchgeführt wird und die Hefe sich größtenteils an der Oberfläche der gärenden Flüssigkeit abscheidet.

Weitaus die größte Menge Bier wird jetzt durch Untergärung hergestellt, weil man die Überzeugung hat, daß auf diesem Wege viel leichter ein länger haltbares, widerstandsfähigeres, gleichmäßigeres Bier gewonnen werden kann. Wohl zeichnen sich die obergärigen, englischen Biere durch letztgenannte Eigenschaften besonders aus, doch werden diese durch hohen Extraktgehalt der Stammwürze einerseits, wie andererseits durch hohen Alkoholgehalt und hohen Extraktrest erzielt. Sonst wird Obergärung nur zur Herstellung von Lokalbieren (Flaschenbieren, Weißbieren), die rasch konsumreif werden sollen, benutzt.

Sowohl bei der Untergärung wie der Obergärung sind zwei Stadien zu unterscheiden, nämlich die Hauptgärung und die Nachgärung.

Bei der Hauptgärung, die rascher verläuft, wird der größte Teil der leicht vergärbaren Bestandteile der Würze vergoren. Allein nach der Hauptgärung ist das Bier noch nicht konsumreif, es muß die Nachgärung noch durchmachen, wodurch es

erst jene Eigenschaften erhält, die das Bier zu einem erfrischenden, wohlschmeckenden Getränke machen.

Die Untergärung.

Die Hauptgärung bei der Untergärung wird in besonderen Räumen, Gärkellern, und zwar in offenen Gefäßen, Gärbottichen, durchgeführt, während die Nachgärung im Lagerkeller verläuft, nachdem das Bier von der Hauptgärung in die Lagerfässer gebracht ist.

Gärkeller. Als die zweckmäßigste Anlage eines Gärkellers dürfte diese gelten, wenn der Gärkeller sich unter dem Kühlhause oder in dessen Nähe befindet, so daß die Würze vom Kühlschiff aus leicht dahin geleitet werden kann. Meist legt man den Gärkeller ganz in den Boden, um den Einfluß der Außentemperatur so viel als möglich abzuhalten. Kann dies aber nicht geschehen und sind sog. oberirdische Gärkeller zu benutzen, so muß die bauliche Anlage schon derartig sein, daß der Raum so viel als nur möglich gegen äußere Temperatureinflüsse geschützt ist. In Brauereien, in denen eine Eismaschine vorhanden und künstliche Kellerkühlung eingeführt ist, kann ja auch nach dieser Richtung leicht geholfen werden, in anderem Falle wären solche Gärkeller nur bei kälterer Jahreszeit zu gebrauchen oder es müßte in anderer Weise für entsprechende Kühlhaltung der gärenden Würze gesorgt werden. Die Gärkeller sind am zweckmäßigsten gewölbt; hölzerne Decken sind vor allem zu vermeiden. Was die Höhe anlangt, so sind hohe Gärkeller die besten, doch kann man aus verschiedenen und auch aus finanziellen Gründen über eine bestimmte Höhe nicht hinausgehen. Immerhin soll aber die Gärkellerhöhe etwa 4 bis 5 m betragen. Die Wände und das Gewölbe sollen mit einem Zement- oder guten Mörtelputz versehen und mit Kalk übertüncht werden. Emailleanstrich ist sehr zweckmäßig und empfehlenswert, da sich kein Schimmel ansetzen kann, jedoch ist er kostspielig. Der Fußboden muß dicht und glatt sein und es muß dafür gesorgt werden, daß das Schmutzwasser rasch

abfließen kann. Als Bodenbeleg finden Steinplatten, Zement oder Zementplatten, am besten Asphalt Verwendung; poröse Ziegelsteine oder gar Holz sind nicht zu gebrauchen. Für genügendes Wasser muß im Gärkeller gesorgt sein.

Als Hauptanforderungen an einen guten Gärkeller sind entsprechend niedrige, gleichmäßige Temperatur (5 ° C), gute Ventilation und die Möglichkeit der größten Reinlichkeit anzusehen.

Die Temperatur übt auf den Verlauf der Gärung, auf den Geschmack und die Haltbarkeit des Bieres einen großen Einfluß aus. Entsprechend niedrige Temperatur bedingt ein kräftiges Wachstum der Hefe, läßt weniger leicht Krankheitskeime aufkommen, ein günstiger Verlauf der Gärung ist zu erwarten, das Bier wird hinsichtlich seiner guten Eigenschaften, Geschmack und Haltbarkeit nichts zu wünschen übrig lassen.

Für gute Ventilation muß gesorgt werden. Bei der Gärung entwickelt sich eine große Menge Kohlensäure, die sich nicht leicht aus dem Gärraum entfernen läßt. Reine Luft ist aber im Gärkeller unbedingt notwendig, soll ein normaler Verlauf der Gärung zu erhoffen sein.

Wie im Brauereibetrieb überall, so ist ganz besonders im Gärkeller auf große Reinlichkeit zu sehen. Muß, wie bei der Anlage eines Gärkellers schon bemerkt ist, darauf Rücksicht genommen werden, daß größtmögliche Reinlichkeit beobachtet werden kann, so ist auch dafür zu sorgen, daß, wenn die Bottiche gefüllt werden oder Bier gefaßt wird, danach der Fußboden sauber gewaschen wird, damit Würze, Hefe, Bier nicht längere Zeit liegen bleiben und infolge von Zersetzung und Fäulnis die Luft im Gärkeller verschlechtert wird, weil sonst Störungen in der Gärung enstehen könnten.

Gärbottiche. Gärbottiche aus Holz sind noch so ziemlich allgemein im Gebrauch, und zwar meist aus dichtem Holze, Eichenholze. Allein wenn das Eichenholz schwer zu beziehen ist und infolgedessen teuer zu stehen kommt, so muß man auch

zu weniger dichtem Holze, zu Fichten, Lärchen greifen. Es ist gewiß nicht zu leugnen, daß die Holzbottiche Nachteile besitzen. Das Holz ist porös und in diese Poren wie in die Fugen zwischen den Dauben und Bodenstücken dringen nur zu leicht Bier und Hefenteilchen ein, die sich selbst bei sorgfältigster Reinigung nur sehr schwer und selten ganz entfernen lassen und die dann zur Verunreinigung der Würze beitragen und empfindliche Störungen verursachen können. Das Holz besitzt auch geringe Dauerhaftigkeit, es kann bald an einigen Stellen faul werden, was aber bei nicht genügend sorgfältiger Beobachtung und Untersuchung entgeht. In solchen mehr oder weniger angefaulten Bottichen ist kein normaler Verlauf der Gärung zu erwarten. Wenn sich in dem einen oder anderen Bottich unliebsame Gärungserscheinungen zeigen, so untersuche man ihn genau und entferne ihn, falls im Bottich der Grund der Störung gefunden wird, oder erneuere die angefaulten Dauben und Bodenstücke.

Die Nachteile der hölzernen Bottiche sucht man so weit als möglich zu vermindern. Man wird neue Bottiche zunächst ausbrühen oder besser ausdämpfen und sie innen lackieren oder paraffinieren oder pichen. Durch diese Manipulationen wird dem Holze die poröse Eigenschaft mehr genommen und kann auch eine leichtere, vollständigere Reinigung erzielt werden. Um die Dauerhaftigkeit zu erhöhen, werden die Bottiche außen mit einem passenden Ölfarbenanstrich versehen; auch die eisernen Reifen, um deren Rosten zu verhindern, bestreicht man mit Eisenlack.

Die Form der Bottiche ist entweder zylindrisch oder, was meist der Fall ist, nach oben verjüngt, mehr tief als flach.

Was die Größe der Bottiche betrifft, so schwankt der Fassungsraum zwischen 20 bis 50 hl. Auch heutzutage sehen wir noch in vielen großen Brauereien Bottiche in Verwendung mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 40 bis 50 hl, während man anderseits auch wieder Gärbottiche trifft mit 400 bis 500 hl Inhalt.

Als besondere Vorteile so großer Bottiche werden angeführt: Bessere Ausnützung des Gärkellers, Ersparnisse an Anschaffungskosten, an Arbeitskräften, an Kälte, Verringerung an Bierschwand und Infektionsgefahren. Wohl hat man anfänglich bei Verwendung solch großer Bottiche sich überzeugt, daß das Gärungsbild ein anderes ist, sich gerne Störungen in der Kräusen- und Deckenbildung zeigen, die obere Hefenschicht viel suppiger ist, der Zeug nach dem Abseihen des Bieres sehr uneben liegt, allein auf Grund von Erfahrungen lassen sich diese Fehler vermeiden, und mehrere Brauereien gebrauchen auch so große Bottiche mit dem günstigsten Erfolg.

Jeder Bottich hat zwei Ausflußöffnungen. Die eine ist am Boden angebracht und dient zur Entleerung der Hefe, die andere an der Wandung des Bottichs zum Ablassen des Bieres beim Fassen. Erstere ist mit einem hölzernen Zapfen verschlossen, dessen Stiel über den Rand des Bottichs reicht, letztere, die sich beiläufig 15 cm über dem Bottichboden befindet, etwas höher als erfahrungsgemäß die Hefenschicht gewöhnlich beträgt, mit einem Spund von innen oder durch einen Kork verschließbar oder besser mit einem Schraubenverschlußstück, wozu ein eigens konstruierter Hahn gehört.

Vielfach wird in neuester Zeit von Ablaßvorrichtungen Gebrauch gemacht, die es ermöglichen, das Jungbier von unten aus dem Gärgefäß abzulassen, was ja gewiß von Vorteil ist, es ist dabei nur eine einzige, die Bodenöffnung nötig.

Die Aufstellung der Gärbottiche muß so geschehen, daß sie leicht zugänglich sind, daß sie selbst, wie auch der Fußboden, leicht gewaschen, gereinigt werden können. Man stellt sie deshalb nicht direkt auf den Boden, sondern auf eine Unterlage, Ganter genannt. Häufig findet man noch Ganter aus Holz. Vorteilhafter ist es, Holz nicht zu verwenden, da dieses leicht fault und einen Herd für Bakterien abgibt, wodurch die Würze geschädigt werden kann. Am zweckmäßigsten ist es jedenfalls, man mauert etwa 0,6 m hohe, mit Zementverputz versehene Pfeiler und legt eiserne Schienen darauf, die als Träger für die Bottiche dienen. Damit das Bier möglichst vollkommen

ablaufe, gibt man den Bottichen gegen die Spundöffnung zu eine Neigung mittels Holzklötzen.

Die Zahl der Gärbottiche und somit auch der notwendige Gärkellerraum ist nach Thausing abhängig: von der Menge des jährlich zu erzeugenden Bieres, von der Zeit, innerhalb der dieses Bierquantum hergestellt werden soll, und von der Maximal-Gärdauer.

Thausing rechnet auf einen Bottich von 30 hl Inhalt eine Gärkellerfläche von 6 m einschließlich der Zwischenräume und Seitengänge. Je größer der Keller, desto kleiner ist der für einen Bottich nötige Raum und umgekehrt.

Seit einer Reihe von Jahren werden Vorschläge gemacht und Versuche angestellt mit Gärgefäßen aus anderen Materialien als Holz. Das einfachste und naheliegendste wäre die Verwendung von Eisen an Stelle des Holzes.

Das Eisen darf selbstverständlich nicht direkt mit dem Bier in Berührung kommen und erhält daher einen Anstrich von Lack oder weichen Pechsorten, doch hat man damit häufig ungünstige Erfahrungen gemacht. Am besten hat es sich bewährt, Bottiche aus Eisen bzw. Stahlblech mit einer Emailleglasur zu versehen. Solche glasemaillierte Bottiche, auch Lagerfässer, Stahltanks werden vielfach schon mit gutem Erfolg benützt. Der hohe Kostenpunkt dürfte ein Hindernis sein für eine ausgedehntere Verwendung. Bottiche aus Schieferplatten waren in der Brauerei Alt-Karlsberg bei Kopenhagen jahrzehntelang und auch in Kleinschwechat bei Wien in Verwendung und haben sich gut bewährt. Als weiteres Material für den Ersatz von Holzbottichen wird in den letzten Jahren wieder Zement zur Herstellung größerer Gärgefäße benützt, obwohl man in früheren Jahren bei Verwendung von solchen Gärbottichen und Lagerfässern sehr unliebsame Erfahrungen gemacht hat. Heutzutage sind die Fehler, die den Zementbottichen anhafteten, behoben, vor allem was die Isolierung des Bieres vom Zement betrifft, und es werden jetzt solche Bottiche mit einem Fassungsraum von 300, ja 700 hl mit den besten Resultaten gebraucht, so daß in erster Linie als Ersatz für

Holzbottiche Bottiche aus Zement bzw. Eisenbeton in Betracht kommen dürften.

Bottiche aus Glas. Die Ergebnisse, die man damit gewonnen, lauten durchweg günstig; schöner, regelmäßiger Verlauf der Gärung, festes Absetzen der Hefe, leichte und vollkommene Reinigung der Bottiche. Einer ausgedehnteren Verwendung in der Praxis dürfte der Kostenpunkt und das leichte Zerspringen der Glasplatten im Wege stehen. In der Brauerei Weber in Fischern-Karlsbad bestehen die Gährgefäße nur aus Glasbottichen, Drahtglasplatten, mit einem Inhalt bis zu 100 und mehr Hektoliter, die sich seit Jahren vorzüglich bewähren. Auch einige Lagerfässer bis zu je 150 Hektoliter Inhalt werden daselbst benützt.

Bottiche aus Aluminium. Die Firma Ziemann in Feuerbach-Stuttgart hatte derartige Gärgefäße im Jahre 1909 gelegentlich der deutschen Brauereimaschinen-Ausstellung in München ausgestellt. Es sind mit solchen Bottichen auch Versuche durchgeführt werden, doch ist über die Resultate bisher wenig bekannt geworden. Aluminium kann nur im reinsten Zustand zu diesem Zwecke verwendet werden. Es dürfte wahrscheinlich sein, daß Aluminiumbottiche, falls die Herstellungskosten billiger werden als bisher, in der Praxis eine größere Verwendung finden werden.

Anstellen der Würze mit Hefe. Das Versetzen der Würze mit Hefe wird mit Anstellen, Hefegabe bezeichnet.

Sobald die entsprechend abgekühlte Würze in dem Gärkeller sich befindet, verteilt in einzelne Bottiche oder in einem sog. Sammelbottich, wird sie mit der notwendigen Hefenmenge versetzt.

Als Anstelltemperatur wird meist eine Temperatur von 5 bis 6 °C gewählt Es ist nicht angezeigt, niedrigere Anstelltemperaturen als etwa 3 ° oder unter 3 °C zu benützen. Die Hefe wird in ihrer Entwickelung, in ihrem Wachstum gehemmt und es kommt leicht vor, daß die Biere sich nicht klären, hefetrüb werden. Andererseits ist aber eine solch niedrige Temperatur der Entwickelung der Spaltspitze usw. zuträglich und

bei Vorhandensein größerer Mengen solcher Organismen könnten leicht anormale Gärungserscheinungen auftreten. Bedeutend höhere Temperaturen, über 8 bis 10 ° C, sind nicht zu empfehlen, da der Geschmack des Bieres darunter zu leiden hätte.

Was die Menge der für ein Gebräu bzw. für einen Bottich zu verwendenden Hefe betrifft, so rechnet man im allgemeinen auf einen Hektoliter Würze 0,4 bis 0,6 l dickbretige Hefe. Wie bei der natürlichen Hefereinzucht erwähnt wurde, ist es vorteilhaft, nicht zu wenig Hefe zum Anstellen zu nehmen, doch zu bedeutende Quantitäten sind zwecklos, da der Vergärungsgrad einer Würze am Ende der Hauptgärung, sowie die Haltbarkeit usw. des Bieres von der Stellhefenmenge ganz und gar unabhängig sind, wenn auch der Verlauf der Gärung etwas rascher ist.

Zweierlei Arten von Zeuggeben werden unterschieden: das Trocken- und das Naßgeben oder Herführen.

Erstere Art kommt in folgender Weise zur Ausführung: In ein sog. Zeugschäffel, 20 bis 25 l fassend, das etwa zur Hälfte mit Würze gefüllt ist, bringt man die für einen Bottich erforderliche Hefenmenge und vermischt sie tüchtig mit der Würze. Hierauf gießt man den Inhalt des Zeugschäffels in ein zweites, gleichgroßes Gefäß und dann wieder in das erste zurück. Diese Manipulation wird so oft wiederholt, bis man aus der äußeren Eigenschaft der Würze die Überzeugung gewonnen, daß sie genügend ist. Starke Schaumbildung und bedeutende Volumenvermehrung gelten als günstige Zeichen. Diese Manipulation, das Aufziehen genannt, hat nicht nur den Zweck, die Hefe mit Würze innig zu vermischen, sondern auch ein intensives Lüften zu bezwecken, wodurch das Wachstum der Hefe begünstigt wird. Der Inhalt der Zeugschäffel wird hernach der Würze im Gärbottich zugesetzt und mit dieser gut gemischt, indem man mit einer Krücke durchrührt oder mit einem hölzernen Schapfen aufzieht. Diese letztere Art des Aufziehens wird zweckmäßig nach dem Anstellen einigemale innerhalb vierundzwanzig Stunden wiederholt.

Statt der Zeugschäffel zum Zwecke des Aufziehens und Lüftens der Hefe werden in vielen Brauereien seit einer Reihe von Jahren eigene, sog. Hefeaufziehmaschinen verwendet.

Das Naßgeben oder Herführen des Zeuges geschieht folgendermaßen: Eine kleine Quantität Würze, etwa ein, zwei Hektoliter, wird von der Kühle mit einer Temperatur von 15 bis 18° C in einen Bottich gelassen und mit der für den ganzen Sud bestimmten Hefemenge angestellt. Innerhalb einiger Stunden schon wird Gärung eintreten und deutlich sichtbar sein. Während dieser Zeit läßt man die Würze auf dem Kühlschiffe entsprechend abkühlen, läßt sie dann in den Gärbottich, bzw. mehrere Bottiche ab und verteilt und vermischt das bereits gärende Würzequantum mit dieser.

Als besonderer Vorteil dieser Art des Zeuggebens gilt, daß junge, kräftige Hefe mit der Würze in Berührung kommt und folglich lebhaftere Gärung eintritt. Man hält das Naßgeben, Herführen des Zeuges besonders für zweckmäßig, wenn die zur Verwendung kommende Hefe durch irgendwelche Umstände geschwächt erscheint oder wenn das Hefequantum für die Menge der anzustellenden Würze zu gering ist.

Darauflassen. Mit Darauflassen bezeichnet man einen dem Herführen ähnlichen Vorgang. Für gewöhnlich werden die für das vorhandene, bei einem Sud erhaltene Würzequantum notwendigen Gärbottiche auf einmal gefüllt. Bei Anwendung des Darauflassens wird die Würze eines Gebräues in die doppelte Anzahl von Gärbottichen verteilt, mithin diese nur etwa zur Hälfte angefüllt und mit der entsprechenden Hefemenge versetzt. Am folgenden Tage, an dem bereits lebhafte Gärung vorhanden ist, das Stadium der niederen Kräusen sichtbar ist, wird die abgekühlte Würze eines weiteren Sudes daraufgelassen und dadurch werden die Bottiche gefüllt und gut aufgezogen.

Man hat bei dem Darauflassen verschiedene günstige Erfahrungen gemacht, so hinsichtlich des regelmäßigen Verlaufes der Gärung, der Vermehrung und Kräftigung der Hefe und des Einflusses auf die Höhe des Vergärungsgrades.

Die Hauptgärung wird so geleitet, daß sie bei 10 bis 14 prozentigen Würzen innerhalb 8 bis 12 Tagen vollendet ist. Thausing sagt: Es ist kein gutes Zeichen, wenn die Gärung langsam verläuft. Die Ansicht, man müsse auf eine langdauernde Gärung durch Anstellen mit wenig Hefe und durch sehr kalte Gärführung hinarbeiten, um ein wohlschmeckendes und haltbares Bier zu erzeugen, ist unrichtig. Ist unter gleichen Verhältnissen und bei gleich günstiger Vergärung die Gärdauer kurz, so ist das immer erwünschter, als wenn sie lang ist.

Während der Hauptgärung lassen sich verschiedene äußere Erscheinungen an der Würze beobachten, nach denen der denkende Brauer den Verlauf der Gärung beurteilen wird und worüber er genaue Aufschreibung macht oder diese, wie es häufig zu geschehen pflegt, an der Bottichwand notiert, an der auch meist die Saccharometeranzeige der Würze, die Anstelltemperatur, die Provenienz der Hefe usw. verzeichnet sind.

Vier Perioden lassen sich bei der Gärung deutlich unterscheiden.

Erste Periode. Innerhalb 12 bis 20 Stunden erscheinen auf der Oberfläche der Würze am Rande des Bottichs weiße Bläschen, die allmählich immer zahlreicher werden und schließlich die ganze Oberfläche der Würze mit einem zarten, weißen Schaum bedecken. Man bezeichnet diese Erscheinung mit Ankommen der Gärung, „das Bier kommt an, das Bier macht weiß“.

Zweite Periode. Etwa nach weiteren 18 bis 24 Stunden zeigt sich am Rande des Bottichs ein erhabener Schaumkranz, der sich immer mehr vom Rande wegschiebt und allmählich ein gezacktes, gekräuseltes Aussehen zeigt. „Das Bier schiebt weg.“ Das gezackte, gekräuselte Aussehen bezeichnet man mit Kräusenbildung und nennt diese in dieser Periode „niedere Kräusen“, da im weiteren Verlauf der Gärung ihre Höhe noch zunimmt. Die Temperaturzunahme der gärenden Würze wie die Abnahme der Saccharometeranzeige ist in dieser Periode schon bedeutend.

Dritte Periode. Die Kräusen erheben sich mehr und mehr, so daß sie häufig den Bottichrand überragen, sie werden lockerer. Die weiße Farbe der niederen Kräusen geht in Gelb und Braun über. Die Gärung befindet sich in der Periode der „hohen Kräusen, Braunkräusen“. Man liebt es, wenn die Kräusen hoch steigen, doch übermäßig hoch, wie dies bei zu warm geführter Gärung vorzukommen pflegt, ist keineswegs wünschenswert. Die Temperatursteigerung sowie die Vergärung ist hier am intensivsten. Die Temperatur kann, je nach der Gärkellertemperatur und wenn nicht künstlich gekühlt werden könnte, um drei bis vier und mehr Grade zunehmen; die Saccharometeranzeige nimmt innerhalb 24 Stunden auch bei günstiger Temperatur meist um etwas mehr als 1 % ab, während in der vorhergehenden Periode in derselben Zeit 0,3 bis 0,5 % des Extraktes vergären.

Vierte Periode. Die Kräusen gehen zurück, färben sich weiter dunkel und fallen schließlich ganz zusammen. Es bleibt eine schmutzigbraune Decke zurück, „Zurückgehen der Gärung, zurückgehende Kräusen“. Diese schmutzigbraune Decke besteht wesentlich aus Hopfenharz, Eiweißstoffen, Hefe. Die Gärung ist nun bedeutend schwächer geworden, die Temperatur geht zurück und gleicht sich mit der Kellertemperatur aus. Die Gärung geht ihrem Ende zu und wird als beendigt betrachtet, wenn die Saccharometerabnahme innerhalb 24 Stunden nur mehr 0,1 bis höchstens 0,2 % beträgt und wenn gewisse äußere Kennzeichen das Bier reif zum Fassen erscheinen lassen.

Ein wichtiger Anhaltspunkt nach dieser Richtung ist das Aussehen des Bieres im Schaugläschen. Es sind dies am zweckmäßigsten zylindrische Glasgefäße, die ungefähr 25 bis 50 ccm Flüssigkeit fassen. Ein solches Gläschen füllt man mit dem Biere aus dem Gärbottich und beobachtet das Bier, indem man das Gläschen vor ein Licht hält. Das Bier soll klar, glänzend sein und die noch suspendierte Hefe sich in deutlichen Umrissen abheben. Stellt man hernach das Gläschen mit Bier ruhig beiseite, so sollen sich die Hefezellen rasch und

vollständig absetzen. Das Bier zeigt in diesem Falle, wie man zu sagen pflegt, schönen Bruch, ist gut durchgegangen.

Während der Gärung tritt in der gärenden Würze Temperaturerhöhung ein. Es ist bereits gesagt worden, warum es nicht angeht, daß die Temperatur im höchsten Stadium der Gärung, in den hohen Kräusen, mehr als etwa 10° C betragen soll. Wenn nun die Temperaturverhältnisse des Gärkellers es nicht ermöglichen, daß die Temperatur der gärenden Würze entsprechend niedrig gehalten werden kann, so greift man zur künstlichen Kühlung. Man setzt sog. Schwimmer ein, die mit Eis gefüllt werden. Die Benützung der Schwimmer hat aber ihre Mißstände. Der Eisbedarf ist sehr bedeutend. Der mit dem Schwimmer zunächst in Berührung kommende Teil der gärenden Würze wird anfänglich zu rasch abgekühlt, was für die Würze selbst, wie besonders für die Hefe nicht vorteilhaft ist. Die Handhabung, die vollständige Reinigung und Reinhaltung der Schwimmer bietet so manche Schwierigkeit. Es kann vorkommen, daß der unregelmäßige Verlauf einer Gärung auf die Anwendung von Schwimmern zurückzuführen ist.

In Brauereien, die mit einer Eismaschine versehen sind, werden seit Jahren Kühltaschen, Schlangenkühler verwendet, die in die gärende Würze eingehängt werden und durch die die Kühlflüssigkeit geleitet wird. Selbstverständlich ist durch Reguliervorrichtung dafür gesorgt, daß in jedem einzelnen Bottich jene Temperatur erzielt werden kann, die für die verschiedenen Perioden der Gärung wünschenswert ist.

Normale Gärungserscheinungen. Im vorausgehenden wurde erwähnt, daß der Brauer an gewissen äußeren Erscheinungen den Verlauf der Gärung beurteilen wird. Diese äußeren Erscheinungen, die auf einen normalen Verlauf der Gärung schließen lassen, sind:

Das rechtzeitige Ankommen. Bei einer Anstelltemperatur von 5 bis 6° C, bei genügender Menge von Zeug und dessen guter Beschaffenheit wird die Gärung innerhalb 24 Stunden ankommen.

Die Kräusenbildung. Die niederen Kräusen sind weiß, dicht und schön geschlossen. Die hohen Kräusen erheben sich stark, sind locker und zeigen ein fettiges Aussehen.

Die Temperatur der gärenden Würze im höchsten Stadium der Gärung, in den hohen Kräusen. Die Temperatur wird die gewünschte Höhe, 9 bis 10° C erreichen.

Die Beschaffenheit der Decke. Nach dem Verschwinden der Kräusen, dem Durchbruch, wird die Oberfläche mit einer bräunlich gefärbten, geschlossenen, starken Decke versehen sein.

Das Aussehen des Bieres im Schaugläschen und der Bruch. Das Bier wird im Schaugläschen vor einem Lichte betrachtet glänzend sein und die suspendierte Hefe in Klümpchen, Flocken sich zusammenballen. Beim ruhigen Stehenlassen setzt sich die Hefe rasch ab.

Der Geruch und Geschmack des Bieres. In dieser Beziehung wird das Bier, falls die vorher erwähnten Erscheinungen zutreffend sind, nichts zu wünschen übrig lassen.

Anormale Gärungserscheinungen. Nicht alle hier zu erwähnenden Erscheinungen sind als wirkliche Betriebsstörungen anzusehen und geben somit Veranlassung zu der Befürchtung, das fertige, reife Bier wird und kann nicht die erwünschten Eigenschaften besitzen. Immerhin wird einem denkenden, scharf beobachtenden Brauer daran gelegen sein, die Ursache für derartige Abweichungen im Gärverlauf zu ermitteln, und, wenn angezeigt, auch die entsprechende Abhilfe hierfür zu treffen.

Solche anormale Gärungserscheinungen sind:

Spätes Ankommen der Gärung und Auftreten von sog. Kahlstellen. Die Gründe hierfür liegen meist darin, daß die Gärkellertemperatur und die der angestellten Würze zu niedrig ist, daß die Hefegabe zu gering oder die verwendete Hefe stark geschwächt war. Man kann in solchen Fällen noch nachhelfen, wenn man öfters des Tages aufzieht oder das Darauflassen anwendet, oder Schwimmer einsetzt, die mit Wasser von 12 bis 15° C gefüllt sind. Wenn

auch nicht immer durch diese Erscheinungen unliebsame Folgen zu beobachten sind, so dürfte es sich doch empfehlen, durch Regelung der Temperatur, durch reichlichere Zeuggabe oder Wechsel des Zeuges dagegen vorzubeugen. Man hat eben doch die Erfahrung gemacht, daß durch diese Kahlstellen das Bier leicht hefetrüb wird und keine große Haltbarkeit zeigt.

Blasengärung. Es kommt vor, daß in der Periode der Kräusenbildung große Blasen sich zeigen oder daß solche am Schlusse der Gärung auf der Decke auftreten. Der Grund für diese Erscheinung ist noch nicht genügend bewiesen. Es dürften jedenfalls mehrere Ursachen hierfür Veranlassung geben können, die Verwendung von weniger guten Rohmaterialien, die ungünstige Zusammensetzung der Würze, Fehler beim Maischprozeß, Anwesenheit von viel Trub in der Würze, die Hefe selbst usw. Man weiß aus Erfahrung, daß Blasengärung keine Betriebsstörung zur Folge haben muß, die von solcher Gärung stammenden Biere nicht den geringsten Fehler zeigen. Doch ist auch das Gegenteil beobachtet worden, und es ist immer bedenklich, wenn der Grund im fehlerhaften Betriebe liegt.

Reichard unterscheidet:

a) harmlose Blasengärung, verursacht durch die Hefesorte, große Hefegabe, folglich starke Kohlensäureentwickelung, größeren Trubgehalt der Würze, schlechte Ventilation, Verwendung von viel Farbmalz;

b) bedingt harmlos, wenn hervorgerufen durch Mangel gummöser Bestandteile der Würze;

c) krankhaft, verursacht durch Übermaß an Glutin, Mangel an wertvollen Hopfenbestandteilen (Hopfenharz), Unreinlichkeit in den Leitungen, unvollständige Verzuckerung.

Das Nachschieben. In der letzten Periode, der Gärung kann man hie und da beobachten, daß vom Rande des Bottichs weg ein weißer Schaum entsteht, wie bei Beginn der Gärung. Wenn auch in der Regel durch diese Erscheinung des sog. Nachschiebens keine Störungen auftreten, so ist doch angezeigt, nach dem Grunde zu suchen, und wenn er in der Unreinlichkeit im Betriebe überhaupt, in der Verunreinigung der Hefe

durch Spaltpilze, in der Benutzung angefaulter Gärbottiche gefunden wird, Abhilfe zu treffen.

Rasten der Gärung. Die Gärung wird mehr oder weniger sistiert und die Folge davon ist schlechter Geschmack und rasches Verderben des Bieres. Die Gründe hiervon können sein: plötzliches Fallen der Temperatur, die Beschaffenheit der Stellhefe, ungünstiges Verhältnis von Zucker zu Nichtzucker in der Würze.

Mangelhafte Kräusenbildung und unschöner Bruch. Nicht immer sind diese Erscheinungen als anormal zu betrachten. Je nach Verwendung einer Hefesorte wird der Verlauf der Gärung nach dieser Richtung mehr oder weniger befriedigen. Es gibt Hefesorten, die überhaupt nur niedere Kräusen erzeugen. Folglich läßt sich nie beobachten, was der Praktiker so gerne sieht, daß im Stadium der hohen Kräusen diese den Gärbottichrand überragen. Andererseits sind auch manche Hefen nicht befähigt, am Ende der Hauptgärung einen schönen Bruch des Bieres zu bilden. Wenn die Beschaffenheit der Hefe, die Hefesorte, nur der Grund ist für mangelhafte Kräusenbildung und nicht befriedigenden Bruch, so ist dies nicht als Fehler anzuschauen, wohl aber, sobald erkannt wird, daß schlechte Rohmaterialien, Fehler im Maisch- und Sudprozeß oder Infektion der Hefe die Ursachen sind.

Schwache Decken, Durchfallen der Decken. Es gilt als unliebsame Erscheinung, wenn am Ende der Gärung die Decken schwach sind, mehrere Durchbrechungen zeigen, teilweise oder gar ganz durchfallen, untersinken, verschwinden. Der Geschmack des Bieres muß ja darunter leiden. Bei Verwendung von jungem Malz oder zu altem, schlecht aufbewahrtem Malz, auch von überlöstem Malze, von altem, lupulinarmem Hopfen hat man derartige Erscheinungen beobachtet, wie auch bei Vorhandensein von größeren Trubmengen in der Würze, schlechter Luft im Gärkeller.

Kennzeichen, nach denen beurteilt wird, ob das Bier zum Fassen reif ist. Es wurde schon bemerkt, daß

das Aussehen des Bieres am Ende der Hauptgärung im Schaugläschen, sowie die Saccharometerabnahme in den letzten Tagen erkennen lassen, ob das Bier gefaßt werden soll. In manchen Brauereien wartet man die Zeit nicht erst ab, bis das Bier einen grobgrießigen Bruch und feinen Glanz zeigt und im Schaugläschen die Hefe sich gut absetzt, das Bier, wie der Brauer zu sagen pflegt, schön, stark durchgegangen ist, sondern faßt das Bier in einem Stadium, in dem die Hauptgärung eigentlich noch nicht beendigt ist und in dem sog. Jungbiere eine größere Menge von Hefe suspendiert sich findet, das Bier wenig durchgegangen ist. Man spricht in diesem Falle, das Bier wird „grün“ gefaßt. Wird das Bier hingegen in den Lagerkeller gebracht mit gutem Bruch und wenig Hefe, so sagt man, das Bier wird „lauter“ gefaßt. Es ist selbstverständlich, daß es nicht gleichgültig ist, ob das Bier in diesem oder jenem Zustand, grün oder lauter gefaßt wird. Der Verlauf der Nachgärung, die Lagerzeit des Bieres muß dadurch wesentlich bei sonst gleichen Verhältnissen beeinflußt werden. Im allgemeinen können Biere, die rascher zum Ausstoß kommen sollen, Schänkbiere, Winterbiere, grün gefaßt werden, damit die Nachgärung lebhafter verläuft und die Biere die zum Ausschank nötige Reife in kurzer Zeit erhalten. Lagerbiere sind lauter zu fassen, und zwar um so mehr, je länger das Bier aufbewahrt werden, lagern soll. Freilich spielen in dieser Beziehung auch die Kellerverhältnisse, vor allem die Temperatur des Lagerkellers, eine wichtige Rolle. Muß das Bier in verhältnismäßig warmen Kellern die Nachgärung durchmachen, so ist es angezeigt, lauter zu fassen. Ist hingegen der Lagerkeller kalt, wird dessen Temperatur durch künstliche Kühlung bis nahe dem Gefrierpunkt erniedrigt, so wird man grün fassen können, ja müssen, damit die Nachgärung nicht etwa ganz aufgehoben wird.

Ein weiteres Kennzeichen, ob das Bier zu fassen ist, gibt der Vergärungsgrad. Es soll jedem Brauer daran gelegen sein, am Ende der Hauptgärung den Vergärungsgrad

seiner Biere festzustellen; es ist dies für die Beurteilung der Gärung von großer Wichtigkeit.

Unter Vergärungsgrad versteht man jene Menge des Extraktes, die von 100 Gewichtsteilen des ursprünglichen Extraktes einer Würze während der Gärung verschwunden ist, aufgebraucht wurde.

Um den Vergärungsgrad berechnen und in Zahlen ausdrücken zu können, ist es notwendig, daß der Extraktgehalt der Würze beim Anstellen festgestellt ist. Beim Fassen wird ebenfalls die Extraktmenge des Bieres ermittelt. Nun ergibt sich der Vergärungsgrad nach der Formel:

$$V = \frac{(E - e)}{E} 100,$$

worin V den Vergärungsgrad, E den Extraktgehalt der Würze und e den Extraktgehalt des zum Fassen bestimmten Bieres bezeichnet.

Z. B: Die Anstellwürze ergab, mit dem Saccharometer gewogen, 14,2 % B., am Ende der Hauptgärung wurden 6,8 % Extrakt konstatiert, mithin ist der Vergärungsgrad:

$$V = \frac{(14{,}2 - 6{,}8)}{14{,}2} 100 = 52{,}1\,\%,$$

d. h. von 100 Gewichtsteilen Extrakt der Stammwürze sind während der Gärung 52,1 % verschwunden, vergoren.

Man hat zu unterscheiden zwischen **wirklichem** und **scheinbarem** Vergärungsgrad. Wird in einem Biere, Jungbier oder konsumreifes Bier, mittels des Saccharometers die vorhandene Extraktmenge bestimmt, so erhält man nicht den wirklichen Extraktgehalt. Das Bier enthält Alkohol und die Anwesenheit von Alkohol erniedrigt das spezifische Gewicht; die Saccharometeranzeige ergibt daher nicht den wirklichen Extraktgehalt des Bieres, sondern den scheinbaren. Wird dieser gefundene Wert für e in der obigen Formel eingesetzt, so erhält man eine Zahl, die als scheinbarer Vergärungsgrad bezeichnet wird. Um den wirklichen Vergärungsgrad angeben zu können, ist es notwendig, daß man von einer ge-

wogenen Menge Bier den Alkohol durch Kochen entfernt und hernach durch Wasserzusatz wieder das ursprüngliche Gewicht herstellt. Ermittelt man nun die Saccharometeranzeige, so findet man den wirklichen Extraktgehalt des Bieres und bei Berechnung des Vergärungsgrades in obiger Weise den wirklichen Vergärungsgrad. In der Praxis wird in der Regel nur der scheinbare Vergärungsgrad bestimmt.

Man spricht von einem niedrigen, mittleren und hohen Vergärungsgrad und bezeichnet als einen niedrigen den Vergärungsgrad unter 50, bis 48 %, als einen mittleren den zwischen 50 bis 60 % und als hohen den über 60 %.

Bei vollmundigen Bieren ist der Vergärungsgrad meist geringer, und dies ist auch erwünscht, während lichte Biere einen mittleren und hohen Vergärungsgrad zeigen.

Der Vergärungsgrad ist vor allem abhängig von der Beschaffenheit des verwendeten Malzes und der Hefe. Wie schon erwähnt, liefern stark, hochabgedarrte Malze unter sonst gleichen Verhältnissen zuckerärmere Würzen als niedrig gedarrte. Je mehr Zucker nun eine Würze enthält, desto höher wird der Vergärungsgrad ausfallen. In etwas kann die Art des Maischens, bzw. die Art der Temperatursteigerung der einzelnen Maischen, Einhalten gewisser Temperaturen, die Zuckerbildung und mithin den Vergärungsgrad beeinflussen. Betreffs der Hefe wurde gesagt, daß es Hefesorten gibt, die mit Würze von gleichem Zuckergehalt angestellt, in dem einen Falle mehr Zucker vergären, also einen höheren Vergärungsgrad verursachen, in dem andern Falle weniger Zucker, mithin einen niedrigen Vergärungsgrad bedingen.

Wenn nun diese beiden Faktoren, Malz- und Hefebeschaffenheit, einen sehr wesentlichen Einfluß auf den Vergärungsgrad eines Bieres ausüben, so wird bei normaler Durchführung der Haupt- und Nachgärung der Vergärungsgrad keinen Maßstab bilden können, ob das Bier zum Ausstoß reif ist. Der Brauer hat es ja in der Hand, falls der Wunsch der Konsumenten dahin geht, ein konsumreifes, gut vergorenes Bier mit niedrigem Vergärungsgrad zu erzeugen.

Wie die Erfahrung gezeigt hat, wird die Haltbarkeit derartiger Biere hierdurch nicht beeinträchtigt.

Ein mittlerer oder auch hoher Vergärungsgrad kann aber nach den angeführten Gründen ebenfalls nicht oder wenigstens nicht immer für die Reife eines Bieres maßgebend sein. Vergärungsgrad mit den übrigen Eigenschaften: Klarheit, Glanz, Mousseux, Geschmack usw. werden die Kennzeichen bilden, ob das Bier zu beanstanden ist oder nicht.

Wohl kann ein niedriger Vergärungsgrad wie auch ein höherer am Ende der Hauptgärung zu sehr unliebsamen Folgen führen. Werden Biere vorzeitig gefaßt, d. h. gefaßt, bevor die äußeren Erscheinungen des Jungbieres dazu veranlassen, und kommen sie in sehr kalte Keller, so wird die Nachgärung schwach verlaufen. Wird nun mit dem Abziehen solcher Biere begonnen, erhöht sich die Temperatur entweder schon bei den Bieren in den Lagerfässern oder im Ganggeschirr, so tritt starke Trübung ein und die Biere werden bald verderben.

Hochvergorene Biere müssen, um den nötigen Trieb zu erhalten, länger gespundet werden, und selbst dies hilft nicht immer. Anderseits ist aber bei langem Spunden zu befürchten, daß sich das Faßgeläger mehr oder weniger hebt und ebenfalls Trübung eintritt. Um das Schalwerden solcher hochvergorenen Biere zu vermeiden, ist das Aufkräusen zu empfehlen.

Fassen des Bieres. Wenn auf Grund der oben angeführten Kennzeichen das Bier gefaßt werden soll, so ist zunächst die Decke vorsichtig abzunehmen. Mit einem durchlöcherten, flachen Löffel, meist aus Kupferblech, entfernt man die Decke, indem man darauf bedacht ist, daß von ihr nichts unterzusinken vermag. Hierauf zapft man den Bottich an. Der die Ausflußöffnung über dem Bottichboden verschließende Spund oder Kork wird mit dem Abzapfhahn eingeschlagen und das Jungbier fließt nun direkt in den Lagerkeller oder wird dorthin gepumpt. Liegen die Lagerkeller von der Brauerei weiter entfernt, so bedient man sich der sog. Fuhr=

fässer, in die das Bier gepumpt wird, um es in den Lagerkeller zu schaffen.

Meist werden zur Fortleitung des Bieres Gummischläuche statt der kupfernen Rohre benützt und als Pumpen sog. Wergel, bei denen die Schaumbildung vermieden werden muß.

Wurde bei den Leitungen vom Kühlschiff zum Gärkeller gesagt, daß für größtmögliche Reinhaltung dieser zu sorgen ist, so gilt dies natürlich auch für die Leitung vom Gär- zum Lagerkeller, für Wergel und Fuhrfaß. Gerade in dieser Beziehung wird eine nicht genügende oder nicht häufig wiederholte Reinigung sich bitter rächen.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung der Gärbottiche fließt das Bier nicht vollständig ab, es bleibt etwas über der Hefe stehen. Die Menge dieses Rest- oder Abseihbieres wird geringer oder größer sein, je nach der Beschaffenheit des Bottichbodens, der Anbringung der Öffnung an der Wandung des Bottichs und dessen Neigung, die man ihm beim Stellen gegeben hat.

Dem Brauer muß daran gelegen sein, auch diesen Rest zu gewinnen und zu verwerten. Zu diesem Zwecke wird das Restbier durch die Öffnung, die am Boden des Bottichs angebracht ist und zur Entleerung der Hefe dient, abgelassen. Damit aber vermieden wird, daß größere Mengen Hefe mitgerissen werden, läßt man mittels einer Schnur einen durchlöcherten Ring über den Zapfen auf den Boden des Bottichs, lüpft den Zapfen wenig und läßt das Bier in eine untergestellte Wanne laufen. Dieses Abseihbier, aus dem sich der größte Teil der mitgerissenen Hefe nach kurzem Stehenlassen abgesetzt hat, wird am zweckmäßigsten auf die Lagerfässer gleichmäßig verteilt.

Ist das Bier nun vollständig abgelaufen, so wird die Hefe sofort aus dem Bottich entfernt. Die Hefe besteht bekanntlich aus drei Schichten. Die oberste Schicht ist durch Hopfenharz, wilde Hefe usw. stark verunreinigt und meist schmierig. Diese wird mittels einer Krücke nach der Bodenöffnung gebracht und als wertlos entfernt. Die mittlere

Schicht besteht aus der reinsten Hefe, Kernhefe, und wird vorsichtig in eine Zeugwanne gebracht, um als Anstellhefe ferner benützt zu werden, nachdem sie noch weiter gereinigt und dann entsprechend aufbewahrt wurde. Die unterste Schicht, die ebenfalls durch die verschiedensten Bestandteile verunreinigt ist, wird wie die oberste entfernt.

Die Nachgärung. Durch die Nachgärung erhält das Bier erst die Konsumreife. Die Nachgärung soll und muß so geleitet werden, daß das zum Ausstoß kommende Bier ein wohlschmeckendes, bekömmliches Getränk ist; sie wird bei niedrigeren Temperaturen als die Hauptgärung im Lagerkeller in den Lagerfässern durchgeführt.

Lagerkeller. Ein Lagerkeller wird als gut zu bezeichnen sein und seinem Zweck entsprechen, wenn er kalt und trocken ist und reine Luft führt. Erfahrungsgemäß wird die Nachgärung am zweckmäßigsten und günstigsten bei einer Temperatur von 2 bis 3° C durchgeführt; mithin wird ein Lagerkeller, dessen Temperatur wenig von dem Gefrierpunkt abweicht, als besonders gut zu bezeichnen sein. Eine Temperatur über 5° C soll in einem guten Lagerkeller nicht vorkommen. Trockenheit und reine Luft sind zwei gleich wichtige Faktoren, soll das Bier nicht an seinem Geschmack und seiner Haltbarkeit leiden.

Für die Lagerkelleranlage sind die Terrainverhältnisse maßgebend. Am geeignetsten dürfte es sein, diese in der Nähe der Brauerei an die Gärkeller anschließend und tiefer als diese anzulegen. Von der Brauerei weiter entfernt gelegene Keller haben immer ihre Schattenseite. Ihre Bedienung beansprucht mehr Zeit und Arbeit, die Benützung der sog. Fuhrfässer zum Transport des unreifen Bieres vom Gärkeller kann die verschiedensten Kalamitäten zur Folge haben.

Nach der Art der Anlage unterscheidet man unterirdische und oberirdische Lagerkeller. Zu ersteren zählen auch die Felsenkeller, das sind in Felsen eingehauene Keller. Diese Keller, die vielfach für das Ideal eines Lagerkellers gehalten worden sind und noch gehalten werden, entsprechen

keineswegs den obenangeführten Anforderungen eines guten Lagerkellers. Die notwendige niedrige Temperatur läßt sich in ihnen ohne Eis nicht erhalten. Einen Eiskellerraum hineinzubauen, ist mit großen Schwierigkeiten und Kosten verbunden, wenn es nicht geradezu unmöglich ist. Durch starkes Ausfrierenlassen dieser Keller wird wohl ein großer Kältevorrat aufgespeichert, doch reicht dieser niemals aus und wird rasch aufgezehrt werden bei Eintritt wärmerer Jahreszeit und bei den notwendigen Beschäftigungen in ihnen, wenn nicht die einzelnen Abteilungen sozusagen hermetisch abgeschlossen sind. Außerdem sind solche Keller meist naß, indem durch die Risse und Spalten Wasser eindringt, wodurch die Luft verschlechtert wird.

Unterirdische Lagerkeller sind solche, die in einen natürlichen Hügel eingegraben sind oder in der Weise angelegt werden, daß man eine tiefe und breite Grube aushebt, in die man die einzelnen Kellerabteilungen hineinwölbt. Im ersteren Falle kann von einer Ausmauerung Abstand genommen werden, falls die Beschaffenheit des Erdreichs es nicht bedingt und die Befürchtung, es könnte Wasser in den Keller eindringen, ausgeschlossen ist. Bei der zweiten Art der Anlage ist hinsichtlich der Tiefe des Kellers vor allem auf die Grundwasserverhältnisse Rücksicht zu nehmen. Die Kellersohle soll mindestens 1 bis 2 m höher liegen als der höchste Stand des Grundwassers. Abgesehen davon, daß hierdurch vermieden wird, daß Wasser in den Keller eindringen kann, wird auch die Erwärmung der Kellerluft von unten her verhindert, was nicht weniger von Wichtigkeit ist als die Temperaturbeeinflussung von außen.

Die ganze Kelleranlage geschieht am besten in der Weise, daß die einzelnen Bierlagerräume, von denen jeder für sich zugänglich ist, zu beiden Seiten oder auch nur auf der einen Seite eines Ganges (Vorkellers) liegen, in denen die Kellertreppe sowie der Aufzug für die Fässer münden. Die einzelnen Kellerabteilungen sind vom Vorkeller durch gutschließende Doppeltüren, die einen Abstand von 1,5 bis 2 m haben sollen,

abgeschlossen, um das Eindringen von Außenluft bei den verschiedenen Arbeiten im Kellerraum so viel als möglich abzuhalten.

Oberirdische Lagerkeller, Keller, die ganz oder zum größten Teil über dem Terrain stehen. Derartige Keller werden gebaut, wenn durch die Grundwasserverhältnisse oder sonstige Gründe das Eingraben in das Erdreich nicht oder nicht tief genug erfolgen kann oder wenn der Preis bei der Herstellung der ausschlaggebende Faktor ist. Selbstverständlich muß hier besonders darauf Bedacht genommen werden, daß durch Isolierung der Umfassungsmauern und Gewölbe durch Anbringung eines Vorkellers der Eintritt wärmerer Außenluft verhindert werden kann.

Die Lagerkeller sollen, wie bemerkt, trocken sein, reine Luft führen und eine entsprechend niedrige Temperatur besitzen.

Was die Trockenheit betrifft, so genügt nicht, wenn dafür gesorgt ist, daß nirgends Feuchtigkeit in den Kellerraum eindringen kann. Die Keller müssen, zumal wenn in ihnen das reife Bier abgefaßt wird, öfters gewaschen werden. Bierreste, Schmutzwasser dürfen nicht stehen bleiben können. Für einen Kanal, der das Schmutzwasser rasch und vollständig abführt und selbst reingehalten wird, muß gesorgt sein, keine Risse, Fugen oder Löcher dürfen vorhanden sein, in denen Feuchtigkeit stehen bleibt, die zur Verunreinigung der Kellerluft beitragen würde. Am besten bewährt sich Asphaltpflaster für Reinhaltung und zudem bietet dieses noch den Vorteil, daß eine Erwärmung der Keller von unten her, durch Bodenwärme, ausgeschlossen ist.

Reine Luft muß im Keller stets vorhanden sein. Ist vorher gesagt, daß durch Reinhaltung der Keller und durch Trockenheit für gute Kellerluft gesorgt werden muß, so kommt hierfür auch noch die Ventilation in Betracht. Die Ventilationsvorrichtung muß derartig sein, daß im Bedürfnisfalle die Luft im Keller bequem und rasch erneuert werden kann. Zu dem Zwecke werden zweierlei Luftkanäle angebracht, die einen in der Nähe des Fußbodens, durch die kältere, frische Luft ein-

strömt, die anderen vom Schlusse des Gewölbes weg, welche die erwärmte bzw. unreine Luft ins Freie führen.

Als weitere Hauptanforderung an einen Lagerkeller hat niedrige Temperatur zu gelten. Es dürfte äußerst selten vorkommen, durch einfaches Ausfrierenlassen in dem Lagerkeller eine solche Menge von Kälte aufzuspeichern, daß sie hinreichend ist, um in den einzelnen Kellerabteilungen auch in den wärmeren Monaten des Jahres entsprechend niedrige Temperatur von etwa 2 bis 3° C zu haben; man hilft sich in der Weise, daß man sich die nötige Kälte durch Eis oder Kühleinrichtung verschafft.

Nicht empfehlenswert ist es, das Eis in die Bierlagerräume selbst zu bringen und die Lagerfässer in Eis zu packen; wenn es hie und da einmal sein müßte, so bringe man es in der Höhe der Sattelfässer an und begnüge sich nicht damit, Eis einfach unter die Ganter zu werfen. Man kann sich in letzterem Falle überzeugen, daß die Temperatur der Biere in den Sattelfässern höher und mithin der Verlauf der Nachgärung in diesen ein anderer sein wird.

Am zweckmäßigsten wird die entsprechende Kühlhaltung der Lagerkeller erreicht durch eigene Eiskelleranlagen.

Eiskeller mit Stirneis. An die einzelnen Lagerkeller werden Eiskeller angebaut, in die eine genügende Menge Eis hineingebracht wird. Ein derartiger Eiskeller wird aber seinem Zweck nur dann in vollständiger Weise entsprechen, wenn dadurch im Bierlagerraum die gewünschte gleichmäßige, niedrige Temperatur erhalten werden kann. Es gibt jedoch Eiskelleranlagen mit Stirneis, die in dieser Beziehung nicht genügen. Vor allem ist zu berücksichtigen, daß der Eiskeller nicht auf mehrere hintereinanderliegende Abteilungen in gleichgünstiger Weise wirken kann. Am besten ist es, für jeden Bierlagerraum einen eigenen Eiskellerraum zu benützen. Die Wirkung eines Eiskellers ist auf eine gewisse Entfernung beschränkt. Die Lagerkellerabteilungen dürfen nicht länger als 20 m im Maximum sein, wenn die Temperatur im ganzen Kellerraum gleichmäßig niedrig sein soll. Dabei ist

auch für richtige Zirkulation der Luft zu sorgen, damit die wärmere, leichtere Luft aus dem Keller zum Eisraum rasch zurückgelangt, um hier abgekühlt wieder zur Wirkung zu kommen. In dieser Beziehung sind die Öffnungen in der Zwischenwand, die Bierlagerraum und Eiskeller trennt, von Bedeutung. Es müssen wenigstens zwei solche Öffnungen angebracht sein, eine oben, eine unten, besser zwei oben und zwei unten. Nur auf diese Weise wird für eine rasche Luftzirkulation gesorgt. Der Eiskeller muß an und für sich groß genug sein, etwa $^1/_8$ der Länge der zugehörigen Kellerabteilung, um genügend Eis zu fassen, er muß aber bei unterirdischen Kelleranlagen den Scheitel des Lagerkellers mindestens um 3 m, bei oberirdischen aber noch um mehr überragen. Es ist nämlich darauf Bedacht zu nehmen, daß die Eisschichte nie unter das Kellergewölbe sinken kann, denn sonst würde die Kellerluft oben immer wärmer sein, was sich beim Bier in den Sattelfässern bemerkbar machen müßte. Beim Einfüllen der Eiskeller ist zu beachten, daß das Eis nicht direkt auf dem Fußboden aufliegt, sondern auf einem aus Holzstäbchen gefertigten Rost, der zweckmäßig nach rückwärts etwas aufsteigt. Das Eiswasser muß abgeleitet werden können. Die Zwischenwand zwischen Lager- und Eiskeller besteht am besten aus dünnem Mauerwerk; eine Bretterwand, wie man sie noch antrifft, ist durchaus nicht zu empfehlen. Sie fault nur zu bald und wird Veranlassung zur Verschlechterung der Kellerluft geben. Wie die Bierlagerräume, so erhalten auch das Gewölbe und die Umfassungsmauern des Eiskellers eine Isolierschicht.

Diese Art der Eiskelleranlage ist die gebräuchlichste und gewiß auch die vorteilhafteste. Es kommt nun wohl auch vor, daß rechts und links, also zu beiden Seiten des Eiskellers, die Lagerkeller hinlaufen und man spricht in solchem Falle von einer Verwendung des Eises als **Seiteneis**.

Erwähnt sei die Kühlung der Keller durch **Obereis**, System **Brainard**. Die warme Luft steigt in die Höhe, die kalte sinkt herunter. Wird die Decke des Lagerkellers durch Eis kalt erhalten, so findet Abkühlung der aufsteigenden

Luft statt und die Temperatur des Lagerraumes wird allmählich gleichmäßig niedrig.

Ferner sind zu erwähnen die Backelskeller, System Schaar, die in Kleinbetrieben vielfach Anwendung finden.

In größeren Brauereien, die heutzutage alle im Besitze einer Eismaschine sind, geschieht die Kühlung der Lager- wie Gärkeller durch Anbringen einer entsprechenden Anzahl von Röhren an der Decke oder Seite des Kellers, in denen meist eine unter 0° abgekühlte Salzlösung zirkuliert.

Lagerfässer. Die Lagerfässer werden fast allgemein noch aus bestem Eichenholz gefertigt. Kleine Brauereien benützen Lagerfässer von 20 hl Inhalt oder wenig darüber, mittlere solche von 30 bis 60 hl und große Brauereien selbst bis 80 hl. Man ist jedoch heutzutage bestrebt, wie bei den Gärgefäßen, auch Lagerfässer mit weit größerem Fassungsraum zu wählen und auch an Stelle des Holzes andere Materialien zu setzen. Jedes Faß besitzt zwei Öffnungen, die eine im Boden, das Zapfloch, und die andere in der Mitte einer Daube, das Spundloch. Zum Verschlusse der beiden Öffnungen werden Holzspunde verwendet, für das Zapfloch besser Korkpfropfen, die beim Anzapfen der Fässer in diese hineingestoßen werden, um jeglichen Verlust an Bier zu vermeiden. An manchen Lagerfässern finden sich im Boden größere Öffnungen, so daß ein Mann durchschlüpfen kann. Diese sind mit einem Türchen, das von innen eingesetzt und durch einen Bügel aus Holz oder besser aus Eisen festgehalten wird, verschlossen. Sie haben den Zweck, die Fässer dann gründlicher und leichter reinigen zu können, wenn sie ohne aufgeschlagen und frisch gepicht zu werden, wiederholt im Betrieb bleiben. Die Fässer werden im Innern vor ihrer Verwendung mit Pech ausgegossen, gepicht, um einerseits das Eindringen von Luft zu dem Biere, andererseits das Entweichen von Kohlensäure durch die Poren des Holzes zu verhindern, vor allem aber, um zu vermeiden, daß Bier und Hefe in das poröse Holz eintreten können, wodurch eine vollständige Reinigung der Fässer sehr erschwert würde, was sehr üble Folgen haben müßte.

Pech. Das Brauerpech wird aus dem Harze der verschiedenen Nadelbäume gewonnen. Dieses Harz enthält außer dem eigentlichen Harzkörper Terpentinöl und verschiedene andere Substanzen. Wird das Harz in einem eisernen Kessel gekocht, bis der Geruch nach Terpentin verschwunden, das Terpentinöl entfernt ist, werden die an der Oberfläche sich ansammelnden Verunreinigungen abgenommen und die zurückbleibende Masse durch Filtration noch weiter gereinigt, so erhält man eine dunkelgelbe Substanz, die als reines Fichtenpech in den Handel kommt.

Die Herstellung von Brauerpech geschieht in den Pechfabriken auf verschiedene Weise und wird somit das Produkt sehr verschieden sein müssen. In großen Brauereien bereitet man sich in neuerer Zeit das nötige Pech selbst, was aus naheliegenden Gründen nur vorteilhaft sein kann.

Die häufigste Art der Pechdarstellung besteht wohl darin, daß Kolophonium mit Harzöl zusammengeschmolzen wird.

Kolophonium gewinnt man, wenn das Harz der Nadelbäume erhitzt wird, bis das Terpentinöl vollständig verflüchtigt ist. Statt Harzöl wird auch Leinöl, Rüböl, Schweinefett, Paraffin usw. verwendet. Wieviel von den Ölen usw. zugesetzt wird, muß zunächst durch einen Versuch festgestellt werden. Meist genügt ein Zusatz von 8 bis 10 Prozent.

Die Auswahl und Behandlung des Peches ist für den Brauer von der größten Wichtigkeit. Großer Schaden kann und ist manchem Brauer aus der Verwendung eines schlechten Peches erwachsen, ja die Unverkäuflichkeit von Bier ist schon auf die schlechte Beschaffenheit des Peches zurückzuführen gewesen. Bei der Auswahl des Peches ist somit große Vorsicht geboten und ist es nicht angezeigt, billig zu kaufen, um zu sparen, zumal das Pech nur einen kleinen Teil der Fabrikationskosten des Bieres ausmacht.

Ein gutes Pech darf weder zu spröde sein, noch zu leicht weich werden und soll möglichst wenig Geruch und Geschmack besitzen. Beim Schmelzen soll es klar und durchsichtig werden, nicht spritzen, beim Verbrennen nur einen schwachen Harz-

geruch entwickeln. Die Dämpfe von stark überhitztem Pech sollen die Augen nicht zu Tränen reizen. An den Wandungen der Fässer soll es festhaften, bei irgendwelcher Erschütterung nicht abspringen.

Man unterscheidet helleres und dunkleres Pech. Das hellere ist gelblichrot, zähe, fließt schon bei nicht sehr hoher Temperatur und besitzt einen angenehmen, weihrauchartigen Geruch und sehr reinen, feinen Pechgeschmack (Prima). Das dunklere ist dunkelrot, braun, ebenfalls sehr zähe und von angenehmem Geruch und Geschmack (Sekunda).

Die hohen Anforderungen, die von manchem Brauer an ein Pech in Hinsicht auf Farbe gestellt werden, sind Anlaß, daß das Pech mit Ocker, Chromgelb (chromsaures Blei) vermischt wird, wodurch auch das Gewicht sich erhöht. Zu letzterem Zwecke findet auch ein Zusatz von Schwerspat statt. Derartige Verfälschungen und ihre Mengen lassen sich auffinden, wenn Pech verbrannt oder mit starkem 95 prozentigen Alkohol behandelt wird. In starkem Alkohol lösen sich bei längerem Stehen reine Peche klar auf oder hinterlassen nur einen unbedeutenden Rückstand. Vorgenannte Zusätze sind unlöslich und wird mithin der Rückstand beträchtlich sein und seinem Gewichte und seiner Zusammensetzung nach bestimmt werden können.

10 g gepulvertes Pech werden mit 40 ccm 95 prozentigem Alkohol übergossen und einige Stunden unter öfterem Aufrühren zur Auflösung stehen gelassen. Man filtriert hierauf die Flüssigkeit durch ein zuvor getrocknetes und gewogenes Filter, wäscht den Rückstand mit Alkohol nach, bis ein Tropfen beim Verdampfen auf Platinblech keinen Rückstand mehr zeigt, trocknet und wiegt dann das Filter mit Inhalt. Aus dessen Mehrgewicht erfährt man jetzt die in dem Peche enthaltenen absichtlichen oder unabsichtlichen Verunreinigungen, die Rückstandsmenge.

Es wiegt z. B.

Filter mit Rückstand	0,765 g
Filter	0,639 „
mithin Rückstand	0,126 g

oder, da man zur Prüfung 10 g Pech genommen hat, enthält das Pech 1,26 % in Alkohol unlöslichen Rückstand.

Gutes, reines Pech gibt in der Regel nicht mehr als 0,5 % Rückstand. Ist dieser bedeutender und hat man infolgedessen Grund, auf absichtliche Verfälschungen zu schließen, so wird der Rückstand auch noch einer chemischen Untersuchung unterworfen, um die Art der Verfälschung zu ermitteln.

Der Rückstand wird mit verdünnter Natronlauge behandelt, in der sich das Chromgelb auflöst. Filtriert man die Lösung ab und versetzt das Filtrat mit Essigsäure im Überschuß, so wird sich sofort oder nach kurzer Zeit das chromsaure Blei in Form eines gelben Niederschlages abscheiden.

Der in Natronlauge nicht gelöste Rückstand wird mit heißer, verdünnter Salzsäure behandelt, filtriert und das Filtrat nach dem Erkalten mit Rhodankalium versetzt, Ocker bzw. Eisen wird sich durch das Auftreten einer Rotfärbung zu erkennen geben.

War in Natronlauge und Salzsäure nichts löslich oder ist noch ein Rückstand geblieben, so besteht dieser meist aus Schwerspat, schwefelsaurem Baryum, Sand, der sich schon durch Knirschen beim Reiben mit dem Glasstabe verrät. Dieser Rückstand wird mit ungefähr der vierfachen Menge Soda in einem Glühtiegel zusammengeschmolzen und hernach die Masse mit Wasser ausgelaugt. Der gelöste Teil, schwefelsaures Natron, wird filtriert und das Filtrat nach dem Ansäuren mit Salzsäure zum Nachweise der Schwefelsäure mit Chlorbaryum versetzt. Der unlösliche Teil, kohlensaurer Baryum, wird in verdünnter Salzsäure gelöst und die saure Lösung mit Schwefelsäure versetzt zum Nachweise von Baryum. Entstehung von weißen Niederschlägen in beiden Fällen liefern den Beweis der Anwesenheit von Schwerspat.

Von gutem Brauerpech wird sich in Wasser oder vierprozentigem Alkohol nichts oder nur äußerst wenig lösen. Es kommt jedoch vor, daß geringe Mengen Pech oder nur ein Bestandteil im Biere sich auflösen und diesem einen Pechge-

schmack verleihen, der zwar hie und da beliebt ist, aber leicht zu stark werden kann.

50 bis 100 g gepulvertes Pech werden mit Wasser, bzw. vierprozentigem Alkohol übergossen und 24 Stunden unter öfterem Umrühren stehen gelassen. Hierauf wird filtriert. Das Filtrat wird Lackmuspapier nicht rot färben, nicht kratzend und herbe, sondern schwach aromatisch schmecken und wenig riechen, mit einer Lösung von Bleiessig (basisch essigsaurem Blei) versetzt, nicht oder nur schwach weiß gefällt werden, falls man eine gute Pechsorte zur Prüfung vor sich hat. Behandelt man aber auf diese Weise eine schlechte Pechsorte, so erhält man eine Flüssigkeit, die Lackmuspapier stark rötet, kratzend und herbe schmeckt, stark aromatisch riecht, besonders aber bei Zusatz einer Lösung von Bleiessig einen starken gelben Niederschlag gibt.

Um sich noch weiter von dem Geschmacke eines Peches und von dessen Verhalten zu Bier zu überzeugen, kann man in folgender Weise verfahren: Man kaut ein kleines Stückchen Pech, bis es erweicht ist. Einen schwachen, rein aromatischen Geschmack wird man wahrnehmen, wenn das Pech gut ist, dagegen einen säuerlichen, herben uud kratzenden, falls das Pech zum Auspichen der Fässer untauglich ist. 2 bis 3 g Pech bringt man in einer halben Literflasche mit Bier zusammen und läßt diese Mischung einige Tage stehen. Das Bier wird dann bei einer Temperatur von etwa 10° C auf Pechgeschmack geprüft.

Die Prüfung auf Pechgeschmack kann auch vorgenommen werden, indem man das Pech auf eine Temperatur von 200 bis 250° C erhitzt, dabei das Spratzen — vom Wassergehalt herrührend — konstatiert und das Pech in ein Gefäß ausgießt, wodurch dieses innen mit Pech überkleidet wird. Nach dem Erkalten füllt man das Gefäß mit Bier und prüft dieses nach einiger Zeit auf den Geschmack. Auch läßt sich bei diesem Versuche ersehen, ob das Pech leicht abspringt.

Gutes Brauerpech darf nicht zu spröde, aber auch nicht zu weich sein. Zu sprödes Pech haftet nicht fest genug an den Wandungen der Fässer und springt leicht bei irgend-

welcher Erschütterung des Fasses ab; weiches, leicht flüssiges wird bei Temperaturen, wie wir sie in den heißen Sommermonaten öfters haben und denen die Fässer oftmals ausgesetzt werden, schmelzen oder es tritt eine derartige Kalamität selbst ein, wenn die Fässer mit heißem Wasser geschwankt werden. Der Schmelzpunkt eines Peches gibt nach dieser Richtung einen Anhaltspunkt über dessen Güte. Er soll zwischen 35 und 40 ° C liegen.

Um den Schmelzpunkt zu bestimmen, kann man in folgender Weise verfahren: In eine Gasröhre von etwa 0,5 bis 1 cm Weite, die sehr dünnwandig und zu einer Spitze ausgezogen ist, wird gepulvertes Pech eingestopft, das Röhrchen dann mit dem offenen Ende nach oben an einem empfindlichen Thermometer befestigt und mit diesem in Wasser eingetaucht, das allmählich erwärmt wird. Die Temperatur, bei der das Pech vollständig durchscheinend wird, ohne flüssig zu sein, ist die Schmelztemperatur.

Sicheren Aufschluß über die Qualität eines Peches gibt nur die Analyse nach Brand.

Außer den Lagerfässern werden auch sog. Transportfässer benützt, in die das Bier beim Abfassen gelangt, um dann in das Schanklokal oder zu den Wirten geliefert zu werden. Diese Transportfässer werden für gewöhnlich auch aus Eichenholz gemacht und ist darauf zu achten, daß sie, zumal wenn für den Export bestimmt, fest und dauerhaft sind. Die Größe der Transportfässer richtet sich zunächst nach den Absatzverhältnissen einer Brauerei. Selten findet man, daß diese mehr als ein Hektoliter Inhalt fassen. Doch ist auch nicht empfehlenswert, die Dimension für Transportfässer zu klein zu wählen. Bleibt das Bier in kleinen Gebinden, Fässern mehrere Tage liegen, so leidet es immerhin, und zwar um so mehr, je ungünstiger die Kellerverhältnisse sind, in denen das Bier aufbewahrt wird. Auch die Transportfässer werden gepicht. Sowohl bei den Lager- wie Transportfässern wird der Fassungsraum festgestellt und dieser sowie die fortlaufende Nummer an der Vorderseite des Fasses angebracht.

Das Pichen der Fässer. Das Pichen der Fässer geschieht entweder durch Handarbeit oder mittels Pichmaschinen.

Pichen mit Handarbeit. Das Faß wird zunächst aufgeschlagen, d. h. man nimmt den Vorderboden, nachdem ein paar Reifen entfernt sind, heraus und legt es mit der offenen Seite etwas erhöht. Nun bringt man in das gut ausgetrocknete Faß mit einem Löffel die nötige Menge flüssiges Pech und und entzündet dieses durch ein glühend gemachtes Eisenstück. Der herausgenommene Boden wird gegen das Faß gelegt, so daß genügend Luft zutreten kann, um das Brennen des Peches zu unterhalten und das Entweichen des Rauches zu ermöglichen. Wenn das Pech von den Wänden des Fasses abgeschmolzen ist, wird der Boden fest dagegen gedrückt und das Feuer dadurch gelöscht. Nun wird das Pech herausgescharrt, der Boden rasch eingesetzt und die Faßreifen werden schnell angetrieben. Hierauf wird das Faß zur Verteilung des Peches einigemale gestürzt, dann der Spund herausgeschlagen, um die gespannte Luft und den Rauch auspfeifen und das überflüssige Pech aus der Spundöffnung ausfließen zu lassen. Besitzt das Faß ein Türchen, so ist das Aufschlagen nicht notwendig. Nach dem Pichen läßt man das Faß unter Rollen erkalten. Um das Rollen der Fässer mit der Hand zu ersparen, sind sog. Faßrollmaschinen sowohl für Transport- als auch für Lagerfässer im Gebrauche.

Pichen mit Benützung von Pichmaschinen. Ohne auf eine nähere Beschreibung solcher Pichmaschinen hier eingehen zu können, sei gesagt, daß hauptsächlich solche in Verwendung sind, bei denen das Pech durch heiße Luft, die entweder durch ein Gebläse oder Dampf in das Faß getrieben wird, abschmilzt, seltener solche Apparate, bei deren Benützung das Pech im Fasse brennt, wie bei dem Handpichen. — In neuerer Zeit findet in größeren Brauereien die Pichmethode von Frohberg mit überhitztem Dampf — bei Transportfässern auf 300 bis 350° C, bei Lagerfässern auf 350 bis 400° C überhitzt — mehr und mehr Verwendung, weil Bequemlichkeit und Sicherheit der Arbeit, sowie das Resultat

des Pichens vollauf befriedigen. Dabei kommt noch in Betracht, daß durch den überhitzten Dampf der Pechkessel, in dem das Pech verflüssigt wird, erwärmt werden kann, wodurch das Überhitzen und folglich eine nachteilige Veränderung des Peches vermieden wird.

Erwähnt mögen in Kürze auch die Pecheinspritzapparate sein, von denen der bekannteste und in der Praxis viel benützte Pichapparat der von Theuerer ist. Er hat sich sehr gut bewährt und gestattet die Picharbeit in der denkbar einfachsten Weise auszuführen.

Das Pech wird in einem von unten geheizten Kessel geschmolzen und die Temperatur auf einer Höhe von etwa 200 ° C gehalten. Auf der unteren Seite des Kesseldeckels sind vier Injektoren angebracht, außerdem eine Vorrichtung für die Auflage der Fässer und eine Pechpumpe. An ihrem Ende haben die Injektoren eine schmale Öffnung, die das flüssige Pech in dünnem, flachem Strahl ausspritzen läßt. Sie können sowohl hoch als niedrig gestellt und auch gedreht werden. Befinden sie sich unten, so wird hierdurch der Zufluß des Peches abgeschnitten und die Injektoren bleiben in Ruhe, sind sie dagegen in das auf der Unterlage befindliche Faß eingetreten, so schleudern sie das flüssige Pech aus, indem sie sich drehen. Das alte Pech wird dadurch vollständig abgeschmolzen und der Überschuß fließt zurück in den Kessel durch Siebe, die grobe Unreinigkeiten zurückhalten. Da die Pechschicht sehr dünn ist, erhärtet sie auch schnell, so daß ein Rollen der Fässer überflüssig ist. Der Pechrauch, der im Pechkessel entsteht, wird durch ein Rohr über das Feuer des Pechkessels geleitet, um verbrannt zu werden.

Als weitere Einspritzapparate seien noch angeführt die von Hoz und Kempter und von Bernreuther. Das Pichen, ob mit Hand oder Maschine, ist mit einer Explosionsgefahr verbunden und ist die Gefahr beim Maschinenpichen größer als beim Handpichen.

H. Bunte hat auf Veranlassung des deutschen Brauerbundes die einzelnen Pichverfahren und Pichapparate auf

ihre Explosionsgefahr geprüft und auf Grund seiner Studien folgende Regeln zur Vermeidung von Explosionen aufgestellt:

Faßpichen mit offener Flamme

ohne Apparat und mit den Apparaten von Großmann, Jung, Steinhauser und ähnlichen.

1. Das Pech darf beim Eingießen in das Faß nicht überhitzt sein (etwa 250° C).

2. Es dürfen nur kleine Mengen von Pech auf einmal eingegossen werden (etwa 3 bis 4 l auf ein Lagerfaß von 30 bis 40 hl).

3. Das Pech muß sofort nach dem Einbringen in das Faß entzündet werden.

4. Zum Pichen kommende Fässer müssen trocken sein.

5. Erlischt die Flamme im Fasse vor dem vollständigen Entpichen des Fasses, so darf das Pech nicht wieder entzündet werden, bis das Faß erkaltet und gelüftet ist.

6. Nach Beendigung des Entpichens muß das Feuer im Fasse vollständig erstickt werden, deshalb sind alle Aus- und Eingangsöffnungen dicht zu schließen.

7. Das Ausbrennen der Spundlöcher darf erst nach dem vollständigen Lüften des gepichten Fasses geschehen.

Pichen mit Pichmaschinen.

1. Beim Ingangsetzen des Pichofens darf dessen Deckel erst dann aufgesetzt werden, wenn der ganze Koksinhalt glüht und eine Flamme an der Öffnung erscheint.

1. Die glühende Brennschicht im Pichofen muß mindestens 50 cm hoch sein; ein Leerbrennen des Koksofens während der Arbeit darf nicht vorkommen.

3. Beim Entpichen mit Flamme müssen die Düsen stets so heiß sein, daß sich Gase beim Ausfahren aus dem Fasse sofort wieder entzünden und mit Flamme fortbrennen.

4. Wird das Gebläse stillgesetzt, so ist der Deckel des Pichofens oder ein passender Verschluß am obern Teile des Ofens

zu öffnen und erst dann zu schließen, wenn das Gebläse wieder im Gange ist.

5. Fässer dürfen erst dann von der Düse gebracht werden, wenn der Pichofen in regelmäßigem Gange ist.

6. Vor dem Entpichen darf kein heißes Pech in das Faß gebracht werden.

7. Das Faß darf nicht eher von der Düse hinweggenommen werden, bis es fertig entpicht ist.

8. Ein unvollständig entpichtes Faß darf erst dann wieder an die Düse gebracht werden, wenn es erkaltet und gelüftet ist.

9. Über der Düse getrocknete Fässer dürfen erst entpicht werden, nachdem sie erkaltet und gelüftet sind.

10. Beim Pichen ohne Flamme ist jede Möglichkeit der Entzündung auszuschließen, und es darf niemals eine Flamme an der Düse erscheinen.

11. Lagerfässer sollen nur mit Flamme oder durch überhitzte Wasserdämpfe entpicht werden.

Über den Pechverbrauch macht Thausing folgende Angaben:

Der Pechbedarf für ein Hektoliter Faßinhalt ist bei Transportfässern größer als bei Lagerfässern und nimmt mit der Größe der Fässer ab. Er ist verschieden nach der Pechsorte, nach der Temperatur des flüssigen Peches und nach der Art des Pichens.

Von dünnflüssigem Pech braucht man weniger als von dickflüssigem; ist das Pech gut erwärmt, so geht weniger davon auf, als wenn es schlecht erwärmt wurde, da etwas Pech verbrennt.

Pro 1 hl Lagerfaßinhalt verbraucht man 0,3—0,5—0,7 kg,
„ 1 „ Transportfaßinhalt „ „ 0,7—0,9—1,1 „

Zufrieden wird man sein können, wenn der Pechbedarf nicht mehr als 0,4 bzw. 0,7 kg pro Hektoliter Faßinhalt beträgt.

Frisch gepichte Fässer, die noch nicht vollständig abgekühlt

sind, dürfen nicht zum Füllen mit Bier benützt werden. Man läßt die Transportfässer am besten mit Wasser gefüllt ein paar Tage stehen, die Lagerfässer werden zweckmäßig vor dem Gebrauch gut gewaschen.

Setzen der Lagerfässer. Die Fässer werden im Lagerkeller auf Ganter gelegt, die etwa eine Höhe von 0,6 bis 0,8 m haben. Bei Benützung von Gantern aus Holz ist es vorteilhaft, diese mit Zinkvitriol zu imprägnieren. In größeren, besser eingerichteten Brauereien findet man statt Holz Eisen verwendet. Eisenschienen werden auf gemauerte oder auf gußeiserne Träger gelegt und darauf kommen die Lagerfässer zu ruhen. Was die Anordnung der Lagerfässer betrifft, so wird man darauf Bedacht nehmen, den Bierlagerraum möglichst auszunützen und zu den einzelnen Fässern ohne Schwierigkeit gelangen zu können. Unter Berücksichtigung besonders des letztern Punktes findet man häufig die Fässer in der Weise untergebracht, daß sie senkrecht zur Längsachse der Abteilung in zwei Reihen gelegt werden und in der Mitte ein Gang frei bleibt. Die Legung der Fässer in Querreihen hintereinander erschwert die Zugänglichkeit zu den einzelnen Fässern sehr. Die Fässer werden in zwei Reihen übereinander gelegt, so daß zwischen zwei Fässern ein drittes kleineres lagert. Die unteren größeren Fässer nennt man Bodenfässer, die oberen Sattelfässer. Doppelt zu satteln, wie es auch hie und da vorzukommen pflegt, dürfte kaum als empfehlenswert zu bezeichnen sein. Einerseits ist die Unterbringung der Fässer in diesem Falle, wenn auch die Höhe des Kellers dies ermöglicht, eine schwierige Arbeit, andererseits aber wird sich eine Verschiedenheit in der Qualität des Bieres in den obersten, kleineren Fässern gegenüber dem Biere in den Bodenfässern auch dann ergeben, wenn bei Vorhandensein einer Kellerkühlung mittels Kühlröhren für gleichmäßig niedrige Temperatur in den verschiedenen Schichten der Kellerluft gesorgt werden kann. — Die Lagerfässer müssen so gelegt werden, daß das Spundloch am höchsten, das Zapfloch am tiefsten kommt und daß beim Abfüllen das Bier

möglichst vollkommen vom Faßgeläger abfließt. Zu diesem Zweck erhalten die Fässer nach vorn eine entsprechende Neigung.

Behandlung des Bieres im Lagerkeller. Durch die Nachgärung, die das Bier im Lagerkeller durchzumachen hat, erhält das Bier, wie voraus schon bemerkt wurde, erst die Konsumreife. Der Behandlung des Bieres im Lagerkeller ist durchaus die größte Aufmerksamkeit zu schenken, um ein gutes, gleichmäßiges Endprodukt nach den Wünschen der Konsumenten zu erzielen und die Rentabilität der Brauerei zu sichern.

Bei der Malzbereitung wurde gesagt, daß drei Malztypen unterschieden werden, und demgemäß sind auch streng genommen drei Biertypen zu unterscheiden: dunkle, vollmundige Biere, sehr lichte, weinige und mittelfarbige Biere, die in den sonstigen Eigenschaften ebenfalls in der Mitte zwischen den beiden erstgenannten liegen. Von den einzelnen Biertypen werden eine größere Anzahl von Sorten hergestellt, die sich wesentlich in dem Extraktgehalt der Stammwürzen, aus denen sie resultieren, und folglich in dem Extrakt- und Alkoholgehalt hauptsächlich unterscheiden. Man spricht von Schänk- oder Winterbier, von Sommer- oder Lagerbier, von Märzenbier, Exportbier, von Bock- oder Doppelbier, von Salvatorbier usw. Sämtliche Biere, soweit nicht Malzsurrogate in Betracht kommen, werden in der gleichen Weise erzeugt, nur ist, wie erwähnt, der Extraktgehalt der Würze beim Anstellen verschieden. Winter- und Schänkbiere werden meist aus Stammwürzen von 10 bis 12 %, Sommer-, Lager-, Export- auch Märzenbiere aus solchen von 13 bis 15 %, Bock- und Doppelbiere aus solchen von 16 bis 18 %, Salvator aus 20 bis 22prozentigen Stammwürzen hergestellt.

Für die Erzeugung jeglicher Biersorte ist die Behandlung der Biere im Lagerkeller im großen und ganzen die gleiche, doch werden die einzelnen Stadien im Verlauf der Nachgärung beschleunigt oder verzögert werden, je nach der Lagerzeit, die das betreffende Bier durchzumachen hat.

Schänk= oder Winterbier. Dieses Bier hat nur eine kurze Lagerzeit und deshalb wird die Nachgärung so geleitet, daß das Bier schon nach 2 bis 3 Wochen die Konsumreife erhält.

Wohl hat auch bei dieser Biersorte der Brauer darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Winterbier ebenfalls beim Ausstoß gleichmäßige Beschaffenheit hinsichtlich der Farbe und des Geschmackes besitzt und gut mundet, wie das Lagerbier. Es wird dies erreicht werden können, wenn das Bier von einem Sude nach der Hauptgärung auf eine größere Anzahl von Fässern geschlaucht wird und diese mit Bier von nachfolgenden Suden vollgemacht werden (Verschneiden des Bieres). Die Schänkbiere werden im allgemeinen „grüner" gefaßt, es wird sich dies jedoch nach der Temperatur des Lagerkellers zu richten haben; sie werden in kleinere Lagerfässer geschlaucht, Fässer mit 5 bis 10 bis 15 hl Inhalt. Als Bierlagerraum werden gewöhnlich nicht die kälteren, besseren Kellerabteilungen benützt. Wenn man die Dimensionen der Lagerfässer und die kurze Lagerzeit berücksichtigt, so folgt daraus von selbst, daß bei Winterbieren die Fässer in kürzerer Zeit spundvoll gemacht werden müssen und das sog. Verschneiden in 8 bis 14 Tagen beendigt ist. Bevor die Fässer spundvoll sind und die Nachgärung deutlich sichtbar wird, bedeckt man das Spundloch mit dem umgekehrt aufgesetzten Spund.

Im Verlaufe der Nachgärung lassen sich wie bei der Hauptgärung verschiedene Stadien unterscheiden.

Sind die Fässer spundvoll, so wird sich bald ein leichter, weißer Schaum zeigen, „das Bier greift an, das Bier sticht."

Die Schaummenge nimmt zu und tritt aus dem Spundloch hervor, das Bier „käppelt".

Der anfänglich weiße Schaum nimmt durch Ausscheidung von Hopfenharz eine mehr bräunliche Farbe an und wird großblasig, „das Bier hat ausgekäppelt, hat verstochen."

Beim Käppeln wird Schaum und Bier aus dem Faß gestoßen; es dürfte sich empfehlen, das Spundloch mit einem

reinen Tuch einigemal zu reinigen, und hernach muß dafür gesorgt werden, daß durch vorsichtiges Nachfüllen mit gesundem Bier oder reinem Brunnenwasser das Faß wieder voll ist („nachstechen"). Biere aus Fässern, die öfters nachgestochen wurden, zeichnen sich durch einen wenig bitteren, viel milderen Geschmack aus, doch ist zu häufiges Nachstechen gewiß fehlerhaft, weil das Bier sich zu sehr ausarbeitet, nicht den gewünschten Glanz bekommt und sich leer trinkt. Gewöhnlich wird zweimal nachgestochen, was auch genügt.

Der Verlust des Bieres beim „Käppeln", „Stoßen", wodurch eine Verunreinigung der Fässer und ein Ansatz von Schimmel bedingt ist, wird vermieden durch sog. Kappenraffer, Aufsetzen von schüsselförmigen Gefäßen auf die Spundöffnung des Lagerfasses. Dadurch wird das Hopfenharz zurückgehalten und das Bier kann durch ein kleines Röhrchen wieder in das Faß zurückfließen.

Hat das Käppeln aufgehört, ist mithin die eigentliche Nachgärung vollendet, so wird die Spundöffnung gut gereinigt und der Spund lose aufgesetzt. Das Bier bleibt sich nun selbst überlassen bis zum Zeitpunkt des Spundens. Empfehlenswert ist es, ab und zu eine kleine Probe des Bieres herauszunehmen und sich von seiner Beschaffenheit zu überzeugen. Von den Konsumenten wird verlangt, daß das Bier reich an Kohlensäure zum Ausschank kommt, da ja solche Biere sich schöner präsentieren und wohlschmeckender sind. Bei einem normalen Verlauf der Hauptgärung und der Nachgärung bei entsprechender niedriger Temperatur wird der Gehalt an Kohlensäure genügend sein und das Bier hinsichtlich des Geschmackes nichts zu wünschen übrig lassen, wenn auch der Schaum beim Einschenken des Bieres in das Trinkgefäß weniger schön, mehr großblasig ist. Um aber den Gehalt an Kohlensäure zu erhöhen und dadurch zu bezwecken, daß sich das Bier, wie gesagt, auch schön präsentiert, wird es meistens vor dem Abfassen in die Transportfässer gespundet.

Das Spunden geschah früher allgemein in der Weise, daß Holzspunden mit Hanf umwickelt, durch kräftige

Schläge in die Spundöffnung getrieben wurden und die Fässer kürzer oder länger, je nach den Eigenschaften des Bieres, nach der Dauer der vorausgegangenen Lagerzeit und nach der Kellertemperatur, verschlossen blieben. Bei dieser Art des Spundens läßt sich die Spunddauer nicht genau feststellen. Zu langes Spunden ist aber unter allen Umständen zu vermeiden. Man wird daher zweckmäßig von Zeit zu Zeit eine Probe des Bieres nehmen, indem man das Faß etwa in der Mitte des Faßbodens anbohrt und das Bier in einem Glas auf Glanz und Mousseux prüft; die Öffnung wird dann wieder mit einem Stück Talg oder einem Holzstückchen verschlossen. Auch sog. Faßzwickel aus Messing werden zu diesem Zwecke benützt.

Überspunden des Bieres hat zur Folge, abgesehen von einer etwaigen Beschädigung des Fasses, daß beim Lüften des Spundes zum Abfüllen des Bieres in die Transportfässer, Kohlensäure und Inhalt aus der Öffnung herausgetrieben werden, das Faßgeläger gehoben wird und das Bier sich trübt. Es bleibt nichts übrig, als das Bier der Klärung zu überlassen. Um diese zu beschleunigen, setzt man einen Spund auf, der mit einem Lufthahn versehen ist und durch einen Gummischlauch mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Durch sofortiges Aufsetzen eines Druckes von etwa $^1/_3$ Atmosphäre und darauffolgendes Schließen des Hahnes wird eine vollkommene Klärung des Bieres schon nach etwa 24 Stunden erwartet werden dürfen. Das Abfüllen des Bieres in die Transportfässer geschieht ebenfalls durch Luftdruck. Überspundetes Bier zeigt auch eine schlechtere Schaumhaltigkeit.

Heutzutage finden die **Spundapparate** in der Praxis mit Vorteil Verwendung. Sie können so eingestellt werden, daß der Druck in dem Lagerfaß nicht über ein gewisses Maß steigen kann, mithin ein Überspunden des Bieres ausgeschlossen ist. So können die Fässer beliebig lang gespundet bleiben. Es gibt verschiedene Systeme von Spundapparaten. Die bewährtesten und deshalb auch meist zur Ver-

wendung kommenden Spundapparate sind die Quecksilberspundapparate, die für Einzel- oder Kolonnenspundung eingerichtet sind (die Verwendung von Kolonnenspundapparaten ist nur bei ununterbrochenem Betrieb möglich). Damit derartige Apparate zweckentsprechend funktionieren können, müssen die Lagerfässer mit eisernen Spundbüchsen und Spundschrauben versehen sein.

Aufkräusen der Biere. Greifen die Biere schwierig an, so empfiehlt es sich, ihnen Kräusen zuzusetzen. Man gibt gärende Würze vom ersten Stadium der Hauptgärung dem Biere im Lagerfasse zu, wodurch junge kräftige Hefe in das Bier gelangt und lebhafte Gärung und starke Kohlensäureentwickelung hervorgerufen wird. Ein bis vier Liter Kräusen auf einen Hektoliter Bier dürfte in der Regel genügen. Es ist aber beim Aufkräusen zu beachten, daß die Kräusen gesund und kräftig sind, mithin von einer normal gärenden Würze stammen. Das Aufkräusen wird auch benützt, wenn die Biere sich nicht klären wollen, die Hefe sich nicht absetzt (Fehler des Bieres). Auch in den Transportfässern findet ein Zusatz von Kräusen statt, um das Bier moussierend zu machen.

Spänen des Bieres. Nicht immer setzt sich die Hefe, wie oben bemerkt, so vollständig ab, als es wünschenswert ist; man gibt dann zur leichteren Klärung des Bieres, in Gegenden, wo besonders große Anforderungen an den Glanz des Bieres gestellt werden, Späne in das Lagerfaß, verbunden mit Aufkräusen. Die Späne, Haselnuß- oder Buchenholzspäne, wirken mechanisch klärend, indem die Hefezellen an deren Oberfläche festgehalten werden. Gewiß ist die Verwendung der Späne empfehlenswert, da sie Vorteile bietet, doch können diese Vorteile sehr in Nachteile übergehen, falls die Späne nicht in vollständig reinem Zustande gebraucht werden. Handelt es sich um die Verwendung neuer Späne, so würden diese, wenn sie nicht genügend ausgekocht und ausgelaucht sind — Auskochen in einprozentiger Sodalösung, darauffolgendes Waschen mit reinem Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion und dann Trocknung — dem Bier neben

anderen möglichen Nachteilen doch sicher einen Holzgeschmack verleihen. Schon einmal gebrauchte Späne, falls sie nicht gründlich gereinigt worden wären, würden dem Biere einen schlechten Geschmack erteilen und Trübungen hervorrufen.

Die Späne werden entweder in der Weise benützt, daß sie in das leere Faß gegeben werden und das Bier daraufgeschlaucht wird, oder man stopft sie in die mit Bier gefüllten Fässer durch das Spundloch. Es ist immer darauf zu achten, daß die Späne gegen den Hinterboden des Fasses gebracht werden, nicht einzeln vor das Zapfloch zu liegen kommen, wodurch das Abziehen des Bieres sehr erschwert würde. Die Späne sollen nie in trockenem Zustande gegeben werden. Werden sie in trockenem, gereinigten Zustande aufbewahrt, so wasche man sie unmittelbar vor dem Gebrauch noch einmal und benütze sie dann sofort.

Das Spänen wirkt nicht nur klärend auf das Bier, sondern beschleunigt auch die Konsumreife, vorausgesetzt, daß sich das Bier noch in lebhafter Nachgärung befindet. Wäre dies nicht der Fall, so müßte eine solche durch Aufkräusen hervorgerufen werden. Unter Berücksichtigung dieser zwei Punkte wird auch hinsichtlich der Menge der zu verwendenden Späne eine Verschiedenheit geboten sein. In der Regel genügt ein Kilogramm feuchter Späne auf ein Hektoliter Bier. Werden die Späne gestopft, so soll dies nicht zu früh und auch nicht zu spät geschehen, ein paar Wochen vor dem Spunden dürfte das Zweckmäßigste sein.

Auch mit Aluminiumklärspänen wurden Versuche gemacht. Obwohl die Resultate befriedigten, die Klärwirkung $4 \frac{1}{2}$ mal größer, die Reinigung leichter und die Lebensdauer länger ist als bei Holzspänen, haben sie doch keine ausgedehntere Anwendung in der Praxis gefunden.

Lagerbiere (Sommerbiere). Hierher gehören alle jene Biere, die aus höherprozentigen Stammwürzen resultieren, an die man in Beziehung auf Geschmack, Glanz und Haltbarkeit größere Anforderungen stellt als an die Schänkbiere.

Im allgemeinen ist in der Art der Behandlung der Biere im Lagerkeller kein Unterschied zwischen Schänk- und Lagerbier. Allein in Brauereien, die keine Eismaschinen haben und in denen das nötige Eis nicht in so großen Quantitäten vorhanden ist, daß von kontinuierlichem Betrieb die Rede sein kann, d. h. daß das ganze Jahr über gebraut werden könnte, mit kurzer Unterbrechung vielleicht zum Zwecke einer gründlichen Reinigung oder Ausführung notwendiger Reparaturen, ist es Aufgabe, die Keller schon während der kälteren Monate mit Bier zu füllen, das dann in den wärmeren Monaten zum Ausstoß gelangt. Biere, die eine 6 bis 8 monatliche Lagerzeit durchzumachen haben, verlangen nun eine größere Aufmerksamkeit, und es muß alles berücksichtigt werden, was die Biere haltbarer, widerstandsfähiger zu machen imstande ist. Die gleiche Aufmerksamkeit verlangen auch die Versand-Exportbiere, die auf dem Transport den verschiedensten nachteiligen Einflüssen ausgesetzt sein können.

In erster Linie wird man für Lagerbiere nur die besten Rohmaterialien verwenden und nur jene Biere für längere Lagerzeit auswählen, bei deren Herstellung alle jene Erscheinungen, die sowohl im Sudhaus wie im Gärkeller auf ein vollständig zufriedenstellendes Resultat schließen lassen, in günstigster Weise beobachtet wurden.

Die Lagerbiere werden in den besseren Abteilungen untergebracht. Je näher, wie schon gesagt, die Temperatur des Lagerkellers dem Gefrierpunkte liegt, desto besser. In solchen Kellerabteilungen soll die Temperatur niemals über 2 bis 3° C sich erhöhen.

Je älter das Bier werden soll, desto klarer, lauterer muß es in der Regel gefaßt werden. Die Nachgärung darf ja in diesem Falle nur langsam verlaufen; würde jedoch das Bier grün gefaßt, gelangt es mit viel Hefe in das Lagerfaß, so wird die Nachgärung rasch verlaufen und bleibt das Bier noch weiter im Keller, so treten in ihm Veränderungen durch Nebengärung ein, das Bier wird schal und allmählich sauer. Es wurde schon früher darauf hingewiesen, daß es

auch nicht angeht, sehr lauter zu fassen, wenn die Lagerkeller sehr niedrige Temperatur (0,5 bis 1° C) haben, weil sonst möglicherweise die Nachgärung aufgehoben werden könnte.

Beim Einschlauchen verfährt man, um möglichst gleichmäßiges Bier zu erzielen und die Nachgärung zu verzögern, in ganz ähnlicher Weise wie beim Schänkbier. Meist werden die Fässer einer Abteilung halbvoll gemacht und das Bier von den folgenden Suden so verteilt, daß die einzelnen Fässer etwa nach ein bis zwei Monaten, ja erst nach drei bis vier Monaten, je nach der Lagerzeit, voll werden. Lange Zeit dürfen die Fässer im ungefüllten Zustande, ohne daß von Zeit zu Zeit daraufgeschlaucht wird, nicht liegen bleiben. Man wird deshalb öfters, aber nur in kleineren Quantitäten, Jungbier darauflassen. Die Nachgärung wird nie ganz stille stehen, es kommt ja immer etwas neue Nahrung hinzu, aber sie wird langsam verlaufen müssen und das Bier braucht lange, bis es die zum Ausstoße gewünschte Reife erhält.

Während der Nachgärung, sobald die Fässer spundvoll sind, treten auch bei den Lagerbieren die obengenannten Erscheinungen auf. Doch läßt man diese meist nur einmal stoßen, käppeln und schließt hernach die Spundöffnung lose, nachdem diese gut gereinigt ist. Nun bleibt das Bier bis zum Spunden, oder wenn nicht gespundet wird, was ja bei solchen Bieren auch vorkommt, sich selbst überlassen.

Nie darf außer acht gelassen werden, von Zeit zu Zeit durch Herausnahme einer Probe aus den einzelnen Fässern sich von der Beschaffenheit der Biere zu überzeugen. Diese Probeentnahme kann auch durch Zwickeln geschehen in derselben Weise, wie dies bei der Prüfung auf genügendes Spunden angegeben ist. Man bohrt den Boden des Fasses in der Mitte an und verschließt die Öffnung nach der Probeentnahme durch einen Stift aus Holz. Metallzwickel oder kleine Metallhähne sind weniger zweckmäßig. Eine öftere Probeentnahme dürfte sich deshalb empfehlen, weil sich unliebsame Erscheinungen und Veränderungen, Fehler im Biere in ihrem Entstehen beobachten lassen, wofür entweder

noch Abhilfe getroffen werden kann oder doch durch rechtzeitigen Ausstoß ein bedeutender Verlust vermieden wird.

Gewiß empfehlenswert ist es, wie es in manchen Brauereien üblich ist, die Fässer erst 4 bis 6 Wochen vor dem Spunden ganz voll zu machen und käppeln zu lassen. Es wird dadurch vermieden, daß sich die Biere bis zum Spunden zu stark „ausgearbeitet, verschafft" haben. Ist letzteres der Fall, so kann das Spunden nicht unterlassen werden, im Gegenteil ist häufig ein mehrwöchentliches Spunden nötig, damit das Bier den gewünschten „Trieb" bekommt. — Lagerbiere werden meist nicht gespänt. Es gibt gar viele Brauereien, in denen keine Späne verwendet werden, doch können diese, wenn nötig, sehr gute Dienste tun. Bei langer Lagerzeit, gute Lagerkeller, gute Jungbiere und richtige Behandlung der Biere vorausgesetzt, wird die Klärung der Biere nichts zu wünschen übrig lassen. Sollte die Verwendung von Spänen jedoch geboten sein, so muß dies zur rechten Zeit geschehen. Man stopfe diese nicht unmittelbar nach dem Vollfüllen der Fässer, sondern vielmehr 3 bis 4 Wochen vor dem Spunden.

Abfüllen des Bieres in die Transportfässer. Wenn das Bier die zum Ausstoß nötige Reife besitzt (und es ist bereits gesagt, wie sich der Brauer davon überzeugen kann und soll), so wird es in die Transportfässer abgefüllt und gelangt dann zum Ausschank. Das Abfüllen verlangt Vorsicht und Fachkenntnis, soll nicht das beste Bier unter Umständen Schaden leiden oder ein zu großer Verlust an Bier die Folge sein. Wo immer es möglich ist, soll das Abfüllen nicht in der Lagerkellerabteilung selbst vorgenommen werden, sondern im Vorkeller. Es wird dadurch jegliche Erwärmung des Kellers ausgeschlossen oder doch auf ein Minimum reduziert. Es ist selbstverständlich, je länger man in einem Keller beschäftigt ist und je mehr Personen sich in ihm aufhalten, desto mehr Wärme gelangt in den Keller; diese Wärme kann sehr leicht hinreichend sein, daß das Bier, zumal in den Sattelfässern, nicht mehr die gewünschten, günstigen Eigenschaften zeigt. — Bei der gewöhnlichen Art des

Abfüllens verfährt man in der Weise, daß bei gespundeten Fässern zunächst der Spund aufgeschlagen wird, um ihn aber nach ganz kurzem Lüften sofort mehr oder weniger fest aufzusetzen. Dieses Lüften kann auch dadurch erreicht werden, daß der Spund in der Mitte durchbohrt wird. Hierauf wird der Abfüllhahn, der etwas geöffnet sein muß, um zu verhüten, daß Luft in das Bier gepreßt wird und das Geläger sich heben würde, in das Faß eingeführt, indem der Zapfen

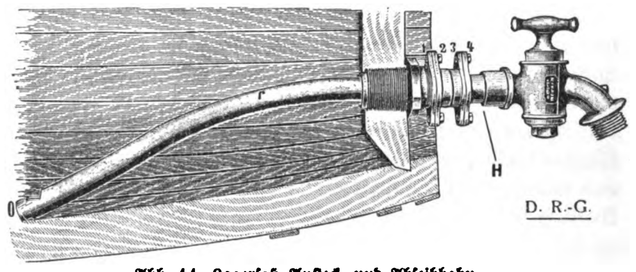


Abb. 44. Lagerfaß-Ansteck- und Abseihhahn.
Von Wilhelm Kromer, Schraubenspundfabrik, A.-G. Freiburg i. Br.

ausgeschlagen, oder der Kork, falls ein solcher benützt wurde, in das Faß getrieben wird.

Diese Art des Anzapfens, Anstecken des Lagerfasses hat immer ihr Mißliches. Es ist immer ein Verlust von Bier damit verbunden, dann geht Kohlensäure sehr leicht verloren und es kommt nur zu oft vor, daß bei stark gespundetem Bier das Geläger sich hebt, das Bier trüb wird. Im letzteren Falle muß man das Faß ruhig liegen lassen, bis man sich überzeugt hat, daß das Geläger sich wieder gesetzt hat, das Bier wieder klar geworden ist (siehe Seite 283).

Zur Vermeidung dieser Kalamitäten werden heutzutage in den meisten Brauereien eigene Abfüllhähne (Abb. 44) und Abfüllapparate mit Gegendruck verwendet.

Um ein starkes Schäumen beim Abziehen zu vermeiden und die Transportfässer leichter voll zu bekommen, wird ein

genügend langer Schlauch (am besten Darmschlauch) an dem Abzugshahn befestigt und durch das Spundloch des Transportfäßchens eingeführt.

Das Abfließenlassen des Bieres darf nur langsam geschehen, wobei selbstverständlich der Spund etwas gelockert sein muß.

Die Transportfässer müssen möglichst voll gefüllt werden, weil sonst beim Transport Kohlensäureverlust eintreten würde und das Bier rasch umschlagen müßte.

Sobald der Spiegel des Bieres bis unter das Spundloch sinkt und das Bier nur noch langsam fließt, wird das Lagerfaß in der Regel etwas gekippt oder mit einer rückwärts untergesetzten Winde gehoben, um den noch ziemlich beträchtlichen Rest zum Ablauf zu bringen. Durch dieses Kippen wird jedoch das Faßgeläger nur zu leicht aufgerührt und das Bier läuft ganz trüb, so daß es nicht zum sofortigen Ausstoß benützt werden kann.

Es sind schon viele Vorrichtungen in Vorschlag gebracht, die es ermöglichen sollen, das unter dem Spundloch sich befindende Biere ohne Kippen des Fasses unter Mitwirkung des im Fasse vorhandenen Luftdruckes abzufüllen, und zwar klar bis auf das Geläger. Die einfachste einer solchen Vorrichtung ist der sog. Lagerfaßheber.

Beim Abfüllen muß ein größerer Verlust an Bier vermieden werden. Dieser Verlust setzt sich zusammen aus der Art bzw. Vorsicht beim Anzapfen, wobei mehr oder weniger sog. Vorschuß erhalten wird, wovon ein Teil verloren gehen kann, von der Art der Behandlung und Benutzung des Abseihbieres, Restbieres und des Gelägers.

Mehr und mehr finden die Abfüllapparate mit Gegendruck Verwendung, wodurch der Verlust beim Anzapfen sehr gering ist, immer aber wird es sich dennoch empfehlen, den etwaigen Vorschuß zu sammeln und in einem eigenen Faß unterzubringen. Vielfach ist es üblich, mit dem Abfüllen aufzuhören, sobald das Bier nicht mehr ganz klar läuft; es ist dies nur vorteilhaft, um nicht trübe Biere, die

auch bald verderben würden, in den Konsum zu bringen. Dieses Abseihbier wird gleichfalls gesammelt. Fließt das Bier überhaupt nicht mehr, so soll der noch über dem Geläger stehende Rest, das Restbier, durch Benutzung einer Hebevorrichtung herausgehebert werden. Das Geläger ist noch mehr oder weniger mit Bier durchtränkt und die Benutzung eines Gelägerfilters oder einer Filterpresse ermöglicht auch noch die Gewinnung dieses Teiles an Bier, so daß der Verlust an Bier beim Abfüllen auf ein Minimum reduziert wird.

Freilich ist es nicht angezeigt, und zwar aus dem vorerwähnten Grunde, diese Restbiere auf das klare Biere zu verteilen, sondern man wird sie in eigene Fässer, deren Größe sich nach dem Betriebe zu richten hat, bringen, spänen und kräusen und bei gehöriger Vorsicht dieser Manipulation und vor allem großer Reinlichkeit kann dieses Bier zum Konsum gelangen, ohne nach irgendeiner Richtung etwas zu wünschen übrig zu lassen. Für den rechnenden Brauer wird sich dadurch ein bedeutender Gewinn ergeben, seine Betriebsverhältnisse werden sich günstiger gestalten. Es läßt sich beim Abfüllen des Bieres ebensowenig wie bei den vorausgehenden Operationen der Bierfabrikation jeglicher Verlust vermeiden; allein daran muß dem denkenden und rechnenden Brauer gelegen sein, den unvermeidlichen Verlust auf ein Minimum zu reduzieren. Welche Unterschiede sich nach dieser Richtung ergeben, mögen die Zahlen zeigen, die Prior auf Grund seiner Wahrnehmungen angibt. Aus 100 l heißer Würze werden Verkaufsbiere erhalten: 1. Für gut eingerichtete, sehr sorgsam geleitete Brauereien 79 bis 81 l; 2. für weniger gut eingerichtete und sorgsam geleitete oder gut eingerichtete und sorglos geführte Brauereien 76 bis 81 l; 3. für mangelhaft eingerichtete und sorglos arbeitende Brauereien 73 bis 75 l. Dabei macht Prior auf die Verluste aufmerksam, die beim Filtrieren des Bieres entstehen, die in kleineren Brauereien mindestens 2 % vom Ausschlagsquantum betragen.

Mußte das Abfüllen in einem Vorkeller als wesentliche Verbesserung bezeichnet werden, so sind in den letzten Jahren doch noch weitere Fortschritte gemacht worden. In sehr vielen größeren Brauereien findet das Abfüllen in einem Raum, der über den Lagerkellern sich befindet, statt, was gewiß große Vorteile bietet. Das Bier wird in Rohrleitungen, am besten aus Kupfer, die zum Zwecke der gründlichen Reinigung auseinandergenommen werden können, in den Abfüll-

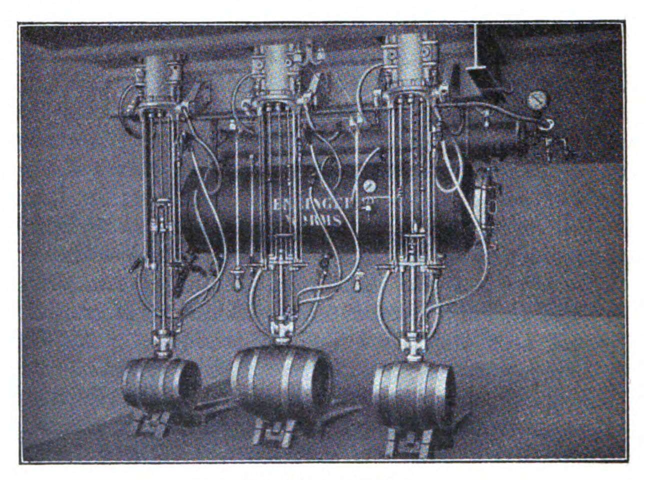


Abb. 45. Druckregler.

raum geleitet (Abb. 45). Zur Druckentlastung des Lagerfasses wird ein sog. Druckregler zwischen Faß- und Abfüllvorrichtung eingeschaltet. Das Bier gelangt aus dem Fasse — es können zu gleicher Zeit mehrere Fässer abgefüllt werden — durch den Verschneidbock in Rohrleitungen zum Abfüllapparat, bzw. wird es mittels des Druckreglers dorthin gedrückt. Bei Benutzung eines Filters drückt der Druckregler das Bier zunächst auf das Filter. Auf eine nähere Beschreibung der Druckregler und der verschiedenen modernen Abfüllapparate kann

wegen des beschränkten Umfanges dieses Buches nicht eingegangen werden.

Filtrierapparate. Heutzutage werden bezüglich der Klarheit und des Glanzes an das Bier sehr große Anforderungen gestellt. Biere, die nach dieser Richtung nicht zu entsprechen scheinen, werden einfach filtriert. Enzinger hat zuerst einen Filtrierapparat konstruiert, der im Laufe der Zeit Abänderungen und Verbesserungen gefunden hat und vielfach in Brauereien zur Verwendung kam. Aber auch von anderer Seite, es sei nur Stockheim erwähnt, wurden und werden Filtrierapparate in den Handel gebracht, so daß man jetzt fast keine Brauerei mehr trifft, in der sich nicht ein Filtrierapparat vorfindet. Es ist gewiß nichts dagegen einzuwenden. Gar manche Biere wollen sich nicht klären und selbst bei Benutzung der üblichen Klärungsmittel, Späne und sogar Gelatine und Hausenblase, fehlt der gewünschte Glanz. In solchen Fällen wird der Filtrierapparat gute Dienste tun. Bei Benützung eines Filters kann der Brauer davon absehen, genannte Klärungsmittel zu benützen, er ist auch gar nicht darauf angewiesen, die natürliche Klärung des Bieres abzuwarten, und wird junges Bier, wenn notwendig, zum Ausstoß bringen können. Hinsichtlich des Aussehens wird das Bier zweifellos verbessert, aber ebenso gewiß ist, daß durch das Filtrieren das Bier geschmacklich Einbuße erleidet, sogar die Haltbarkeit nicht immer verbessert sondern manchmal verschlechtert wird. Letzteres ist dann der Fall, wenn die Hefe kleinzellige wilde Hefe enthält, die durch das Filter nicht zurückgehalten wird.

Von der zweckentsprechenden Verwendung des Filters und besonders von der gründlichen, vollständigen Reinigung nach dem Gebrauch werden die Vorteile abhängig sein.

In letzter Zeit hat die Maschinenfabrik vorm. Enzinger in Worms Filter in den Handel gebracht, die sich sehr gut bewähren. Dabei sei bemerkt, daß auch andere Firmen, es sei nur die Maschinenfabrik Braun in Nürnberg erwähnt, Filter mit sehr gutem Erfolg in die Praxis eingeführt haben.

Pasteurisieren des Bieres. Durch Benutzung der Filtrierapparate gelingt es nicht, alle Gärungserreger aus dem Biere zu entfernen. Export- und Flaschenbiere, wenn sie auch mit den besten Eigenschaften ausgerüstet sind, werden früher oder später die guten Eigenschaften mehr oder weniger verlieren, trüb werden, je nachteiliger für das Bier die Verhältnisse sind, unter denen es sich auf dem Transport befindet, je sorgloser, unverständiger die Behandlungsweise im Keller des Wirtes ist. Man ist seit langem darauf bedacht, durch Zusatz von antiseptischen Mitteln das Bier für den Versand widerstandsfähiger zu machen, zu konservieren. Abgesehen davon, daß in manchen Bier produzierenden Ländern jeder derartige Zusatz verboten ist und somit die Verwendung in Wegfall kommt, ist auch deren Bedeutung geringwertig. In kleinen Dosen verwendet ist die konservierende Wirkung kaum nennenswert, und in größeren werden Geschmacksveränderungen des Bieres herbeigeführt. Gegen manche solcher Konservierungsmittel muß auch vom sanitären Standpunkt Einwendung gemacht werden.

Das Pasteurisieren, nach Pasteur, der dieses Verfahren für Wein zunächst empfohlen hat, genannt, ist als das beste und dabei vollständig unschädliche Konservierungsmittel bis jetzt anzusehen. Es besteht darin, daß das Bier auf 50 bis 60° C und selbst darüber erwärmt und hernach wieder abgekühlt wird. Wenn auch bei diesen Temperaturen die im Biere vorhandenen Bakterien, Hefe usw. nicht getötet werden, so werden sie doch in ihrer Entwickelung und Wirkung ganz beträchtlich gehemmt und das Bier wird lange Zeit unverändert aufbewahrt werden können, ist gegen plötzliche Temperaturschwankungen auf dem Transport bedeutend widerstandsfähiger.

Das Pasteurisieren wurde anfänglich aus naheliegenden Gründen ausschließlich in Flaschen vorgenommen. Das Bier wird in Flaschen abgefüllt, und zwar so, daß zwischen dem gut verschließenden Korke und dem Biere ein kleiner Zwischenraum frei bleibt. Der Kork wird mit Spagat oder

Draht gut verschnürt und die Flaschen werden in die Pasteurisierungsvorrichtung gestellt. Die einfachste einer solchen Vorrichtung besteht in folgendem: Es wird in einem geeigneten Lokale ein Kasten aus Holz aufgestellt, der etwa eine Höhe und Breite von einem Meter hat und dessen Länge sich nach der Größe des Flaschengeschäfts richtet. Auf den Boden des Kastens legt man ein einmal gebogenes Rohr und über dieses in einer Höhe von ungefähr 10 cm einen aus Holzstäbchen bestehenden Boden. Der Kasten wird mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur gefüllt und die Flaschen hineingestellt. Die Temperatur des Wassers wird hierauf langsam erhöht bis zu dem gewünschten Grade und die Flaschen bleiben wenigstens so lange in dem Kasten, bis man annehmen kann, das Bier in den Flaschen hat auch die betreffende Temperatur. Nun nimmt man die Flaschen heraus und kühlt sie in einem entsprechenden Lokale allmählich ab.

Es kommen verschiedene Pasteurisierungsapparate zur Verwendung, die anzuführen und zu besprechen zu weit führen würde.

Soll das Bier nur für kurze Zeit konserviert werden, oder ist es nur für weniger entfernten Export bestimmt, so daß kaum anzunehmen ist, das Bier ist nachteiligen Einflüssen ausgesetzt, so dürfte eine Erwärmung auf 50 bis 56 °C genügen, im anderen Falle ist eine solche auf 62 bis 65 °C angezeigt.

Es ist selbstverständlich, daß beim Pasteurisieren Flaschen zerspringen werden und somit mit einem Verlust zu rechnen ist. Man wird deshalb darauf bedacht sein, diesen Verlust auf ein Minimum zu reduzieren und erreicht dieses, wenn nur gutes Flaschenmaterial ausgewählt und die Temperatur nur langsam gesteigert wird. Je höher die Temperatur am Ende des Pasteurisierens, desto größer natürlich der Verlust.

In größeren Flaschenbiergeschäften sind verbesserte Einrichtungen und Vorrichtungen schon zum Zwecke des Reinigens und Waschens, zum Abfüllen des Bieres, zum Verkorken und Verschnüren der Flaschen, wie auch zum Zwecke des Pasteurisierens vorhanden.

In mehreren Exportbrauereien wird heutzutage in eisernen, mit einer Isolation versehenen Transportfässern das Bier pasteurisiert. Fässer mit 35, 50, 75 Liter Inhalt werden benützt. Die Urteile darüber lauten verschieden.

Es dürfte auf Grund von Versuchen und Erfahrungen das Pasteurisieren des Bieres für den Export das beste Konservierungsmittel sein, allein davon mußte man sich überzeugen, daß das Bier dadurch geschmacklich verschlechtert wird und helle Biere merklich dunkler werden. Auch eine unangenehme Ausscheidung eines Bodensatzes findet nach einiger Zeit im pasteurisierten Biere statt, hauptsächlich aus Eiweißstoffen von verschiedener Form bestehend.

Obergärung.

Früher war die Obergärung das allgemein gebräuchliche Gärverfahren, heutzutage wird sie durch die Untergärung mehr und mehr verdrängt. Es existieren zwar auch in Deutschland und Österreich eine große Anzahl von obergärigen Brauereien, doch ist deren Produktionsmenge gering und meist auf Lokalabsatz berechnet.*)

Die Obergärung bietet gegenüber der Untergärung so manche nicht unbedeutende Vorteile. Die Produktionskosten sind im allgemeinen wohl geringer, weil die kostspieligen Lagerkelleranlagen und die Ausgaben für deren Kühlhaltung, mag sie nun durch natürliches Eis oder durch Verwendung einer Eismaschine geschehen, in Wegfall kommen. Innerhalb kurzer Zeit, meist schon nach einigen Tagen, ist das Bier zum Ausstoß reif. Eine bedeutende Anzahl von Fässern ist nicht nötig und das Betriebskapital wird häufiger umgesetzt.

Trotz dieser Vorteile nimmt die Produktionsmenge aber mehr und mehr ab, und der Grund dürfte darin liegen, daß die untergärigen Biere, abgesehen von dem Geschmack, der

*) Aufmerksam gemacht sei auf das Buch von Dr. Fr. Schönfeld, Verlag von Paul Parey, Berlin: „Herstellung obergäriger Biere“, das allen Interessenten ein vortrefflicher Führer und Ratgeber sein wird.

den meisten Bierkonsumenten mehr zusagt, sich durch größere Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit auszeichnen, wodurch sie für weiteren Transport geeignet sind. Es ist zwar Tatsache und wurde bereits erwähnt, daß in England obergärige Biere erzeugt werden, die bezüglich der letztgenannten Eigenschaften den untergärigen Bieren in nichts nachstehen.

Die Obergärung wird durch eine besondere Art von Saccharomyces cerevisiae hervorgerufen, die in zusammenhängenden Sproßverbänden (bis zu 20 Zellen) während der Gärung nach oben auf die Oberfläche geht und entweder abgehoben wird oder in ein Gefäß abfließt.

Die Temperatur, bei der diese Gärung durchgeführt wird, ist entsprechend höher, etwa 12 bis 25° C. Dadurch ist notwendigerweise bedingt, daß die einzelnen Gärungserscheinungen innerhalb viel kürzerer Zeit und viel lebhafter auftreten, mithin die Gärdauer bedeutend kürzer sein muß und ungefähr nur 36 bis 48 Stunden beträgt.

Das Anstellen der Würze geschieht in gleicher Weise, nämlich durch Trockengeben oder Herführen der Hefe wie bei der Untergärung, es wird jedoch wegen der höhern Anstelltemperatur, 10 bis 20° C, gewöhnlich weniger Hefe, 0,2 bis 0,4 Liter auf ein Hektoliter Würze, gegeben.

Die Gärung, Hauptgärung, verläuft entweder in offenen Gefäßen, Bottichen oder Fässern und darnach unterscheidet man zwischen Bottich- und Faßgärung, wobei in beiden Fällen, wie bei der Untergärung, dieselben Gärungserscheinungen beobachtet werden.

Bottichgärung. Innerhalb 6 bis 10 Stunden überzieht sich die Oberfläche der Würze mit einem feinen, weißen Schaum, die Würze „rahmt sich".

Der Schaum wird dichter, konsistenter, hebt sich und bekommt ein gekräuseltes Aussehen, wird klebrig und nimmt eine gelblichbraune Farbe durch Ausscheidung von Hopfenharz an, „Hopfentrieb".

Die Kräusen steigen höher. An der Oberfläche scheidet sich eine zähe, gelbliche Schichte von Hefe ab, „Hefetrieb".

Hierauf fallen die Kräusen rasch zusammen und die Decke besteht meist aus Hefe. Die Hauptgärung, die gewöhnlich 36 Stunden, selten 48 oder gar mehr Stunden dauert, ist nun beendigt. Es wird die Hefe, damit sie nicht untersinken kann, sofort abgeschöpft und das sog. Jungbier in Fässer von 2 bis 4 hl Inhalt gefaßt. Während der Hauptgärung setzt sich wohl auch ein kleiner Teil der Hefe am Boden des Gärgefäßes ab (Bodenhefe); es kommt nun vor, daß diese Hefe mit in das Faß gebracht wird, und man rührt deshalb die Hefe beim Fassen auf; gewöhnlich wird aber das Jungbier ohne Bodenhefe gefaßt. Die Fässer werden in einen etwas kühleren Raum gebracht, stets spundvoll gehalten und das Bier hat die Nachgärung durchzumachen, die als beendigt gilt, sobald keine Hefe mehr ausgestoßen wird.

Faßgärung. Die Würze wird in einem Sammelbottich angestellt und dann meist sofort in kleine Fässer, etwa ein Hektoliter fassend, verteilt. Es tritt bald lebhafte Gärung ein und man muß dafür sorgen, daß die Fässer immer spundvoll sind. Man benützt zum Nachfüllen gewöhnlich die Würze, die bei Beginn der Gärung durch die sich entwickelnde Kohlensäure aus den Fässern herausgetrieben wird und in einer untergestellten Wanne sich ansammelt, oder auch Wasser. In diesen untergestellten, vollständig gereinigten Wannen sammelt sich beim Hefetrieb auch die Hefe an. Auch die Nachgärung wird in den gleichen Fässern, in denen die Hauptgärung stattfindet, durchgeführt. Man sorgt durch Nachfüllen, daß die Fässer spundvoll sind und das Ausstoßen regelmäßig vor sich geht. Hört das Ausstoßen der Hefe auf, so ist die Nachgärung beendet. Die Spundöffnung wird gut gereinigt und dann der Spund zunächst lose, später fest aufgesetzt, bis das Bier dem Konsum übergeben wird. Vielfach wird das Bier jedoch nach einem oder einigen Tagen auf Flaschen von Glas oder Steinzeug abgezogen, in denen es sich nach etwa acht Tagen vollständig klärt und das nötige Mousseux erhält. Beim Öffnen der Flaschen ist ein mißlicher Umstand der, daß sich der starke Bodensatz leicht hebt und das Bier trübt. Durch Zusatz von

Hausenblasenlösung zu obergärigem Flaschenbier erreicht man ein festeres Absetzen der Hefe, so daß bei einigermaßen vorsichtigem Entleeren der Flasche die Hefe nicht mitgerissen wird. Auch Rohrzucker (auf 1 hl Bier etwa $1\frac{1}{2}$ Pfd. Zucker) wird vor dem Abziehen in Flaschen dem Biere zugesetzt, in Bayern etwas sterile Würze, wodurch eine bessere Klärung und größere Haltbarkeit der Biere, stärkere Schneid, erzielt wird.

Auf größtmögliche Reinlichkeit im ganzen Betriebe ist in obergärigen Brauereien besonders zu sehen, denn da bei höheren Temperaturen gearbeitet wird, müßten sich Reinlichkeitsfehler noch eher geltend machen und bitter rächen.

Die Infektionsgefahr bei Herstellung von obergärigen Bieren ist viel größer, daher treten häufiger anormale Gärungserscheinungen und Krankheiten der Biere auf.

Zur Herstellung der obergärigen Biere, in Deutschland und Österreich Weißbiere, Weizenbiere genannt, wird meist ein Gemenge von Gersten- und Weizenmalz oder auch ausschließlich Weizenmalz verwendet. Das Maischverfahren zur Erzeugung von untergärigem Bier ist das sonst übliche Dickmaisch- oder Infusionsverfahren. Schönfeld unterscheidet in seinem vorerwähnten Buche der Herstellung obergäriger Biere vier Gruppen norddeutscher obergäriger Biere, die sich nach ihrem ganzen Wesen und Charakter deutlich von einander trennen lassen.

1. Süßbier und Einfachbier, mehr oder minder tief dunkel gefärbte und schwach gehopfte, niedrig vergorene Biersorten. Als Einfachbiere gelten speziell die aus 5 bis 7 prozentigen Würzen erzeugten Biere. Doch werden auch solche aus 10 bis 12 prozentigen Würzen hergestellt, die verschiedene Namen führen. Alle diese Biere zeichnen sich durch einen mehr oder weniger milden und malzigsüßen Geschmack aus. Verwendung findet Gersten- bzw. Weizenmalz, teils auch Zucker.

2. Berliner Weißbier, das jetzt aus einer Mischung von Weizen- und Gerstenmalz im Verhältnis von 3 bzw. 2 : 1 hergestellt wird. Maischverfahren: Dekoktion oder Infusion. Charakteristisch ist das Nichtkochen der Würze, um

den typischen Weißbiergeschmack zu erhalten und die Verwendung von hochvergärender Hefe mit langgestreckten Milchsäurebakterien. Da die Würze nicht mit Hopfen gekocht wird, muß dieser auf andere Weise der Würze zugeführt werden. Meistens geschieht es, daß vor dem Einmaischen der Hopfen, auf einen Zentner Schüttung $^3/_4$ bis 1 Pfd. Hopfen, in die Maischpfanne zu dem zum Aufbrühen nötigen Wasser kommt und damit gekocht wird. Der Hopfen macht den ganzen Maischprozeß mit und gelangt mit den Trebern in den Läuterbottich und gibt so ein gutes Filtriermaterial für die Würze ab. Zur besseren Aussüßung der Treber wird fast kochend heißes Wasser benützt, was in diesem Falle geschehen kann, weil die Abmaischtemperatur nicht höher als 80 bis 82° C ist und die filtrierte Würze noch eine große Menge wirksamer Diastase enthält, ebenso keine Kleistertrübung zu befürchten ist. Die heiße Würze wird nach dem Abläutern rasch abgekühlt, (Kühlschiff, Kühlapparate) und in großen Stahlbottichen bei 13 bis 20° C mit Hefe angestellt. Hefemenge gewöhnlich 1 l auf 5 hl Würze. Nach Verlauf von 8 bis 12 Stunden wird die Würze in kleinere Bottiche geschlaucht. Bei lebhafter werdender Gärung sammelt sich auf der Oberfläche eine Decke aus einem Gemisch von Hopfenharz, Eiweiß, Weizenfett, die schwarz gefärbt ist: „Pichbärma“; man hebt sie sorgfältig ab. Später tritt der Hopfentrieb ein. Die ganze Hefenschicht bleibt bis zum Ende der Hauptgärung auf dem Biere stehen und wird erst beim Schlauchen abgenommen. Die Gärdauer beträgt drei bis fünf Tage.

Nach Beendigung der Bottichgärung wird das Bier auf einen Sammelbottich geschlaucht, von dem es zusammen mit Frischbier aus dem Anstellbottich in verschiedenen Verhältnissen auf kleinere Gebinde, Flaschen oder Steinkrüge abgezogen wird. Erwähnt sei auch, daß dieses Gemisch von Ausstoß- und Frischbier einen den Wünschen der Konsumenten angepaßten Wasserzusatz von 10 bis 35 % erhält. Daher kommt die Bezeichnung, „Halbbier“, zum Gegensatz von „Voll-Ganzweiße“, Bier ohne Wasserzusatz.

Eine Ausnahmestellung wie etwa bei untergärigen Bieren Bock und Salvator nimmt bei den Weißbieren das „Märzenbier“ ein, das wegen seines weinsäuerlichen Geschmackes sehr geschätzt wird.

Stammwürze 12 bis 14 bis 16 %. Die Nachgärung macht dieses Bier ohne Wasserzusatz in Flaschen durch. Sie dauert, bis das Bier in den Konsum kommt monatelang. Vielfach besteht noch die Eigentümlichkeit, die Flaschen in Sand oder Erde einzugraben und sie unter möglichst kühlen, gleichbleibenden Temperaturen zu halten.

3. Grätzer Bier, ein rauhig-bitteres Bier, hergestellt aus reinem Weizenmalz mit intensivem Rauch- und Hopfengeschmack. Das Grünmalz wird während des ganzen Darrprozesses einer förmlichen Räucherung unterworfen, wird hoch abgedarrt und besitzt neben dem Rauchgeruch ein starkes Aroma. Als Maischverfahren dient das Infusionsverfahren. Große Hopfengabe; auf 1 Ztr. Malz 3 Pfd. Hopfen. Stammwürze nur 7 %. Die Gärung wird in Bottichen bei 15 bis 20 ° C durchgeführt. Da die Bottichbiere infolge von Ausscheidung größerer Mengen Eiweiß- und Harzstoffe keinen Bruch bekommen, werden sie mit Hausenblase versetzt und in Fässer geschlaucht. Nach zwei bis drei Tagen sind sie vollständig klar und reif zum Abfüllen in Versandgefäße oder Flaschen und erhalten dabei Kräusen in der Höhe von 2 bis 5 %.

4. Lagerbierähnliches Bitterbier, ein aus 9 prozentiger Würze hergestelltes Bier. Die Würze wird bei 10 ° C angestellt, nach 6 bis 7 tägiger Gärung mit schönem Bruch in große Lagerfässer geschlaucht und bei einer Kellertemperatur von 6 bis 7 ° C der Nachgärung unterworfen. Man klärt mit Spänen und zieht nach genügender Spundung goldklar durch das Filter ab. Dieses Bier besitzt einen starken Hopfengeschmack, der darauf zurückzuführen ist, daß die Würze mit viel Hopfen gekocht wird und daß außerdem noch im Lagerfaß gebrühter Hopfen mit dem Brühwasser zugegeben wird.

5. Englische Biere. Die bekanntesten englischen Biere sind ein lichtes, weiniges Bier, Ale (Pale Ale und Mild

Ale), und ein dunkles, vollmundiges, schweres Bier, Porter (gewöhnlicher Porter und doppelter Porter, Stout).*)

Die Rohmaterialien, die zur Herstellung dieser Biere verwendet werden, sind helles und dunkles Malz, braunes und schwarzes Kristallmalz, Zucker, Reis und Mais.

Schon dem Wasser wird eine große Bedeutung zugeschrieben, will man ein Bier von ganz bestimmten Charakter erzeugen. Für die Herstellung von Ale wird gipsreiches, für Porter gipsarmes Wasser verwendet. Ist das Wasser für einen Zweck zu arm an Gips, so findet Gipszusatz statt, „Bourtonisieren" des Wassers; enthält es jedoch für den anderen Zweck zu viel Gips, so wird Soda zugesetzt. Auch bei Vorhandensein von viel Kalk in Form von doppeltkohlensaurem Kalk wird zur Entfernung des größten Teiles des Kalkes das Wasser vor dem Gebrauche gekocht, um es dann, weich gemacht, für die Porterbrauerei benützen zu können.

Beim Darr- und Maischprozeß wird auf alle jene Faktoren Rücksicht genommen, die auf eine bestimmte Zusammensetzung, auf einen charakteristischen Geschmack der Würze bzw. des Bieres von Einfluß sind. Will man z. B. Porter von gewünschtem Charakter erhalten, von brenzligem Geschmack, schwacher Vergärung, großer Vollmundigkeit, Schaumhaltigkeit und Haltbarkeit, so ist es notwendig, daß die diastatische Kraft des Malzes auf der Darre schon und weiter beim Maischprozesse geschwächt wird, so daß der Abbau der Stärke mehr zugunsten von Dextrin, weniger zugunsten von Maltose stattfindet. Hohe und langdauernde Abdarrtemperatur des Malzes, rasches Erhitzen der Maischen, besonders schnelles Überschreiten der günstigen Verzuckerungstemperatur sind jene Punkte, wie bei den einzelnen Prozessen

*) Ausführliche Angaben über die Bereitung der englischen Biere finden sich in dem Handbuch der Brauwissenschaft von Morris und Moritz, deutsche Übersetzung von Windisch (Berlin 1895) und in dem Lehrbuch der Bierbrauerei von Lintner (Braunschweig 1875). Vor allem sei hingewiesen auf das wiederholt erwähnte Buch von Schönfeld (Berlin, Parey), in dem auf Grund eigener Beobachtungen und Erfahrungen die Herstellung der englischen Biere in ausführlicher Weise besprochen wird.

schon des näheren ausgeführt, welche die Diastase schwächen oder zerstören.

Das übliche Maischverfahren ist das Infusionsverfahren. Eingemaischt wird meist in der Weise, daß das für einen Sud bestimmte Malzschrot unter Benutzung eines Vormaischapparates mit dem Maischwasser, in dem das zur Verwendung kommende Zuckerquantum gelöst ist und das eine Temperatur von 75 ° C hat, vermischt wird und dann in den Maischbottich, in dem sich etwas heißes Wasser vorfindet, gelangt. Der Maischbottich ist zugleich Läuterbottich, hat also doppelte Böden, von denen der obere mit Löchern oder Schlitzen versehen ist. Auch findet sich an den meisten Maischbottichen eine Einrichtung, die es ermöglicht, von unten her Wasser in den Bottich einzuführen. Um ein gutes, gleichmäßiges Verteilen der Maische zu erreichen, muß während des Einmaischens das Maischwerk flott im Gange erhalten werden, da ja sehr dick eingemaischt wird und die Wassermenge (Guß) gering ist: 1,30 bis 1,50 hl für ein Hektoliter Schüttung. Nach dem Einmaischen wird in den Maischbottich von unten heißes Wasser eingeführt und bleibt sodann die Maische bei einer Temperatur von 62 ° C ungefähr $1^1/_2$ bis 2 Stunden zum Zwecke der Verzuckerung auf Ruhe. Nach Ablauf dieser Zeit wird die erste Würze mit etwa 22 bis 24 % B. gezogen. Hernach wird die entsprechende Menge heißes Wasser für die zweite Würze entweder auch von unten oder mittels eines Anschwänzapparates auf die Treber in den Bottich gebracht, gut durchgemaischt und die Maische nun ebenfalls 40 bis 50 Minuten der Ruhe überlassen. Hernach wird die zweite Würze gezogen, die gleichfalls stark dunkel läuft und gewöhnlich eine Saccharometerangabe bis zu 15 % B. zeigt. Nun wird die Würze mit Hopfen gekocht, und zwar entweder die gesamte Würze in einer Pfanne oder die einzelnen Würzen mit ihren Nachgüssen in eigenen Pfannen. In letzterem Falle wird der in der ersten Würze ausgekochte Hopfen nochmals zur zweiten Würze verwendet, was sich aber nur für Biere mit kurzer Lagerzeit empfiehlt. Die Kochdauer beträgt 2 bis $2^1/_2$ Stunden

und hernach wird mittels Kühlschiffen oder Kühlapparaten die Würze auf die Anstelltemperatur 14 bis 16 ° C heruntergekühlt.

Häufig wird durch Anschwänzen der Treber noch eine weitere Würze gezogen und diese zur Bereitung von sog. Dünnbier benutzt.

Die Hauptgärung verläuft als Obergärung, und zwar werden verschiedene Gärsysteme angewendet, die darauf abzielen, einen langsameren oder schnelleren Verlauf der Gärung herbeizuführen, eine schnellere oder langsamere Klärung der Biere zu veranlassen.

Die Würzen von Doppelporter, Stout, zeigen durchschnittlich eine Saccharometeranzeige von 20 % B., die Gärdauer beträgt 48 Stunden, die Saccharometeranzeige am Ende der Hauptgärung 6,8 % B. Einfacher Porter 14,5 % B. Stammwürze, Gärdauer 36 Stunden, am Ende der Hauptgärung 4,5 % B. Dünnbier 4,5 % B., Gärdauer 24 Stunden, 1,3 % B. am Ende der Hauptgärung.

Die Nachgärung geschieht in den sog. Reinigungsbottichen oder -fässern, die um ihre Achse drehbar sind und Steigröhren besitzen, durch welche die ausgestoßene Hefe in eine Sammelrinne fließt, wo sie von dem mitgerissenen Biere leicht getrennt werden kann. Die Reinigungsbottiche besitzen am oberen Rande eine viereckig ausgeschnittene Öffnung, die an drei Seiten von Brettchen eingefaßt ist und auf der vorderen Seite mit einem Abfluß für die ausgestoßene Hefe versehen ist.

Die Nachgärung dauert zwei bis drei Tage. Am ersten Tag ist sie sehr lebhaft und wird viel Hefe mit Bier vermengt ausgestoßen, was in einer untergestellten Wanne aufgefangen wird. Hefe und Bier scheiden sich nach kurzer Zeit, erstere wird zur Einleitung neuer Gärungen mit verwendet, letzteres mit dem Porter vermengt.

Nach Beendigung der Nachgärung, sobald keine Hefe mehr ausgestoßen wird, ist das Bier reif und wird nun entweder gleich zum Ausstoß abgezogen oder kommt auf Lagerfässer und später, jedoch längstens nach vier Wochen, zum Verkauf.

Ale. Zur Herstellung von Ale werden nur lichtes Malz und Zucker angewendet. Es werden gleichfalls zwei Würzen gezogen, die eine Saccharometeranzeige von 23,5 % B. und 4,5 % B. zeigen.

Die Gärdauer der Hauptgärung beträgt ein bis zwei Tage, die der Nachgärung ebensolange. Zur Erzeugung einer lebhaften Nachgärung wird Zucker oder wässeriger Malzauszug zugesetzt. Von letzterem darf nur wenig benützt werden, damit die Haltbarkeit der Biere nicht darunter leidet. Für Ale genügt etwa 0,4 Liter auf ein Hektoliter; Schankbiere erfordern die doppelte Menge. Bereitet wird dieser Malzauszug, indem man zwei Teile gemahlenes lichtes Malz in fünf Teilen kalten Wassers einteigt, sechs Stunden unter zeitweiligem Umrühren stehen läßt, dann die Flüssigkeit abgießt und filtriert. Sind die Biere reif, so werden sie miteinander gemengt in die Ausstoßfässer abgezogen. Zu diesem Zwecke werden die Wechsel sämtlicher Gärgefäße gleichzeitig geöffnet und die Biere mischen sich und gelangen in die Ausstoßfässer mit einer Saccharometeranzeige von etwa 5 bis 6 % B.

Würzen für Porter und Ale, die ein hohes Alter erreichen, sind noch stärker und diese Biere werden in geschlossenen Lagerbottichen oft jahrelang aufbewahrt.

Gewöhnlich werden die Biere, hauptsächlich Pale Ale, um sie besser zu konservieren und ihnen ein mehr ausgeprägtes Hopfenaroma zu verleihen, in den Transportfässern nochmals gehopft, es wird auf ein Hektoliter Bier $^1/_6$ bis $^2/_3$ Pfd. des besten, feinsten Hopfens zugegeben. In Beziehung auf Klarheit der Biere werden heutzutage weit größere Anforderungen gestellt als früher. Da es nun nicht immer angeht, die Biere so lange lagern zu lassen, bis sie den gewünschten Grad der Klarheit erlangt haben, so benützt man zumal für Schankbiere künstliche Klärungsmittel. Hauptsächlich wird eine Auflösung von Isinglaß in Säure angewendet.

Die Flaschenbiere bedürfen einer besonderen Behandlung, sollen sie die entsprechende Haltbarkeit und den gewünschten

charakteristischen Geschmack besitzen. Diese Biere werden aus den besten Rohmaterialien hergestellt, haben zunächst die Faßgärung durchzumachen und werden dann gespundet. Hierauf, wenn das Bier genügend „Trieb“ hat, wird es in Flaschen abgezogen und in einen Raum, der eine Temperatur von etwa 17 bis 21 ° C hat, gelagert. Durch die wärmere Temperatur gerät die im Bier vorhandene Hefe wieder in Tätigkeit, es tritt neuerdings Gärung ein und gerade diese Flaschengärung soll der Grund für den angenehmen, scharfen Geschmack der Flaschenbiere sein.

Selbstgärung.

Wie schon erwähnt, ist noch eine dritte Art von Gärung bei Bierwürzen zu unterscheiden, die Selbstgärung. Das Danziger Joppenbier und insbesondere belgische Biere werden durch diese Art von Gärung erzeugt. Die abgekühlte Würze wird in Fässern von zwei bis drei Hektoliter Inhalt abgefüllt und in kühlen Kellern ohne irgendeinen Hefezusatz der Selbstgärung überlassen. Die aus der Luft im Gärraum in die Würze gelangenden Gärungsorganismen und die von früheren Gärungen in den Fässern zurückbleibenden Hefen und Bakterien verursachen die Gärung. Hie und da, doch äußerst selten, wird zur Einleitung der Gärung etwas Oberhefe oder gärende Maische benützt. Diese Gärung ist keine reine Alkoholgärung und dauert sehr lange, 10 bis 20 Monate und darüber. Die Biere klären sich schlecht, sie sind schleimig, besitzen keinen Glanz, haben einen herben, stark bitteren, eigentümlichen Geschmack, der mit durch den hohen Milchsäuregehalt bedingt ist, zeichnen sich jedoch durch große Haltbarkeit aus.

Belgische Biere. In Belgien werden zwei Sorten Bier, Lambic und Mars, erzeugt. Eine Mischung dieser beiden Biere hat die Bezeichnung Faro. Zur Herstellung wird neben Gerstenmalz hauptsächlich Weizen verwendet, dessen Menge verschieden ist. Es kommt vor, daß die Menge des

verwendeten Weizens größer ist als die des Gerstenmalzes. Für manche Lokalbiere wird auch Hafer benutzt.

Das Maischeverfahren ist das Infusionsverfahren, bzw. ein gemichtes Verfahren. Die Schüttung, meist gleiche Teile Gerstenmalz und Rohfrucht (Weizen), wird in warmem Wasser eingemaischt, so daß die Temperatur der Maische 50 bis 52° C beträgt. Nun wird die erste Würze sofort gezogen und zwar entweder abgehoben, indem spitze, unten halbkugelige Körbe aus Weidengeflecht in die Maische hineingedrückt werden und die Würze dann abgeschöpft wird, oder in besser eingerichteten Brauereien unter Benutzung von Läutervorrichtungen in die Pfanne gelassen. Die Würze ist selbstverständlich vollständig trüb und wird nun in der Pfanne langsam erwärmt nnd schließlich gekocht. Hierauf wird sie in den Maischbottich zurückgebracht und damit die Temperatur der Maische im Bottich erhöht. Diese Operation wird des öfteren wiederholt, bis die Abmaischtemperatur von 75 bis 78° C erreicht ist. Sodann wird abgeläutert und die Treber werden durch wiederholtes Anschwänzen mit heißem Wasser ausgezogen. Die ersteren Würzen, sog. Vorderwürzen werden zur Herstellung der stärkeren Biere, Lambic, verwendet. Aus einer Schüttung von 50 kg Gerstenmalz und 50 kg Weizen erhält man durchschnittlich 200 l Lambicwürze von 15 bis 16% B. und durch Aussüßen der Treber 230 bis 250 l Marswürze von ungefähr 7% B. Die erhaltenen Würzen werden hierauf mit Hopfen (auf ein Hektoliter Würze wird etwa 1/2 Pfund genommen) 10 bis 12 Stunden gekocht. Die gekochte Würze gelangt hernach auf das Kühlschiff und von da nach entsprechender Kühlung in Fässer von etwa zwei bis drei Hektoliter Inhalt, in denen sie der Selbstgärung überlassen wird. Die Gärung tritt manchmal schon nach einigen Tagen ein, hie und da aber auch erst nach einigen Wochen und dauert, wie bereits erwähnt, 10 bis 20 Monate. Die Temperatur der Gärung beträgt 9 bis 12° C. Die Spundöffnung der Fässer bleibt während der ganzen Zeit der Gärung offen und wird von Zeit zu Zeit

mit Würze nachgefüllt. Nach Beendigung der Gärung bleibt das Bier gewöhnlich noch bis zu einem vollen Jahre liegen, damit es klar wird und die gewünschte Reife bekommt. Die Biere zeigen am Ende der Gärung eine Saccharometerangabe von 5 bzw. $2^1/_2$ % B.

Zur Bereitung der dritten Biersorte, Faro, werden entweder schon Lambic- und Marswürze oder, was häufiger zu geschehen pflegt, die fertigen Biere in gleichen Teilen miteinander vermischt. Um in Beziehung auf Geschmack und Farbe der Biere allen Anforderungen der Konsumenten zu entsprechen, wird ein Verschneiden der Biere oder ein Vermischen von älterem mit jüngerem Biere vorgenommen; diesen Zweck hat auch ein Zusatz von mit Hefe vergorenem Bier oder ein Zusatz von Zucker. Die gewünschte Farbe der Biere wird durch Verwendung von Farbebier erzielt.

Diese Art der Biererzeugung ist nicht die einzige, ja auch nicht die, nach der etwa die größte Menge der belgischen Biere hergestellt wird. Die Hauptproduktion geschieht durch Obergärung. Allerdings sind in den letzten Jahren auch mehrere untergärige Brauereien mit allen modernen Einrichtungen erbaut worden, deren Leitung fast ausschließlich in den Händen von deutschen Brauern liegt.

Fünfter Abschnitt.

Das fertige Bier.

Es ist bereits gesagt worden, daß entsprechend den drei Malztypen, die zur Würzegewinnung bereitet werden, auch drei untergärige Biertypen zu unterscheiden sind: das bayrische Bier, das entweder braun bis dunkelbraun gefärbt ist, das böhmische Bier, als dessen Hauptrepräsentant das Pilsener zu gelten hat, das eine sehr lichte, hellgelbe Farbe mit einem Stich ins Grünliche besitzt, und weiter jene Biere, die hinsichtlich der Farbe in der Mitte der beiden genannten stehen: Biere, wie man sie in Wien und auch in Deutschland findet. Ein auffallender und für den Konsumenten zunächstliegender Unterschied dieser verschiedenen Biertypen ist die Farbe, das Aussehen, dann macht sich auch im Geschmack eine ganz wesentliche Verschiedenheit geltend. Wäre dies nicht der Fall, so dürfte es ja ein leichtes sein, durch Benützung von Färbemitteln, Couleur, Farbebier, den Bieren die entsprechende, gewünschte Farbe zu verschaffen. Der Farbe nach kann ein helleres Bier durch solche Hilfsmittel einem dunkleren sehr leicht ähnlich gemacht werden, nicht aber dem Geschmacke und den sonstigen charakteristischen Eigenschaften nach. Von dem bayrischen Bier ist bekannt, daß es sich durch Vollmundigkeit, durch einen süßen Malzgeschmack auszeichnet, während das böhmische, das Pilsener Bier mehr leer, weinig schmeckt und das Hopfenbittere stark hervortritt. Wie hinsichtlich der Farbe alle übrigen Biere zwischen diese beiden eingereiht werden können, so ist es auch der Fall in Beziehung auf Geschmack und die sonstigen

charakteristischen Eigenschaften, die sich entweder mehr dem bayrischen oder dem Pilsener Biere nähern.

Für den theoretisch gebildeten Brauer kann es keine Schwierigkeit geben, diese verschiedenen Biere mit ihren charakteristischen Eigenschaften herzustellen. Vertraut mit den Prozessen, die sich bei der Malz- und Würzeerzeugung, während der Gärung abspielen, wird er sie so zu regeln verstehen, daß das fertige Produkt den gehegten Erwartungen entspricht.

Bestandteile des Bieres. Die Bestandteile des Bieres sind neben Wasser, das in vorwiegender Menge vorhanden ist, Kohlensäure, Alkohol und Extrakt.

Kohlensäure. Das Bier soll reich an Kohlensäure sein. Abgesehen davon, daß kohlensäurereiches Bier sich schöner repräsentiert, macht die Kohlensäure das Bier zu einem erfrischenden Getränk und bedingt mit dessen Bekömmlichkeit. Es ist somit Aufgabe des Brauers, darauf zu achten, daß das Bier reichlich Kohlensäure aufnehmen kann und beim Abfassen und Ausschank wenig davon verloren geht. Starkes Mousseux, aber auch Schaumhaltigkeit, das ist Festhalten des Schaumes im Trinkglase, sind geschätzte Eigenschaften eines Bieres. Auf die Schaumhaltigkeit ist nicht nur die Extraktmenge, sondern auch deren Zusammensetzung von Einfluß, wie auch der Alkohol eine Rolle spielt. Extraktreiche Biere halten in der Regel die Kohlensäure länger fest als extraktarme. Gewisse Stoffe des Extraktes, Dextrine, Pektinstoffe, Pentosane, Albumosen usw. sollen besonders die Schaumbildung und Schaumhaltung begünstigen.

Der Kohlensäuregehalt der untergärigen Biere beim Ausstoß beträgt 0,2 bis 0,3 %. Enthält das Bier weniger Kohlensäure, oder verliert es diese beim Ausschank mehr und mehr durch sorglose Behandlung oder durch die Länge der Zeit, bis das Transportfaß leer wird, so verliert es den erfrischenden Geschmack, es wird schal. Man sucht diesem Übelstand abzuhelfen durch Benützung von Lufthähnen und Luftventilen, durch Pression, mittels Kohlensäuredruck. Letzteres ist auch in Bayern mit ortspolizeilicher Genehmigung unter strenger Einhaltung gewisser Bedingungen gestattet.

Alkohol. Der Alkoholgehalt der verschiedenen Biersorten ist verschieden. Er ist hauptsächlich abhängig von der Extraktmenge, bzw. von der Zusammensetzung des Extraktes der Stammwürze und der daraus folgenden Höhe des Vergärungsgrades. Der Alkoholgehalt schwankt zwischen 2,5 bis 6 % und noch mehr. Bei den Schänkbieren beträgt er etwa 2,5 bis 3 %, bei den gewöhnlichen Lagerbieren 3,5 bis 4,5 %. Daß die Zusammensetzung des Extraktes der Stammwürze auf die Höhe des Vergärungsgrades und somit auf den Alkoholgehalt des fertigen Bieres von wesentlichem Einfluß sein muß, ergibt sich ja daraus, daß Würzen von gleichem Extraktgehalt nicht gleich hoch vergären müssen, die Biere nicht gleichen Extraktrest zeigen. Man wird im allgemeinen als richtig annehmen können, daß die bayrischen Biere den niedrigsten Vergärungsgrad haben und somit auch den geringsten Alkoholgehalt, die böhmischen Biere den höchsten und daher die alkoholreichsten sind, während alle übrigen reinen Malzbiere in dieser Richtung ebenfalls in der Mitte dieser beiden liegen. Je zuckerreicher die Würzen bei gleicher Menge des Extraktes sind, desto mehr Alkohol wird das Bier besitzen. Aus licht abgedarrtem Malze resultieren in der Regel zuckerreichere Würzen und die lichten Biere haben folglich mehr Alkohol, schmecken leicht, leer, weinig und sind mehr als Genußmittel anzusehen, während die bayrischen, alkoholärmeren Biere einen ausgeprägten vollmundigen, süßen Geschmack haben und ihnen die Bedeutung eines Nahrungsmittels zukommt.

Extrakt. Was die Menge des Extraktrestes eines Bieres anlangt, so ist es selbstverständlich, daß sie verschieden sein muß, abhängig von dem Extraktgehalt der Stammwürze und bei gleichen Stammwürzen abhängig von der Höhe des Vergärungsgrades. Bei leichten Bieren beträgt der Extraktgehalt gewöhnlich etwa 4 bis 4,5 %, bei Lagerbieren 5 bis 6 %, bei sehr starken Bieren, Bock, Salvator, 8 bis 10 %.

Was die einzelnen Bestandteile des Bierextraktes anlangt, so lassen sich nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse unterscheiden: etwas gärungsfähiger Zucker, Dextrine (Achroo-

dextrine), Gummikörper, Pentosane, Pektinstoffe, Röstprodukte, stickstoffhaltige Körper, Hopfenöl, Hopfenbitter bzw. Harze, Hopfengerbsäure, Hopfenalkaloide, Mineralstoffe, organische Säuren, wie Milchsäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, welch letztere mit etwas Glyzerin während der Gärung als Nebenprodukte entstehen.

Eigenschaften des Bieres. Jedes Bier, mag es diesem oder jenem Typ zugezählt werden, soll klar, glänzend sein, einen angenehmen, erfrischenden Geschmack besitzen. In Beziehung auf Farbe, Vollmundigkeit und Hervortreten des Hopfen- oder Malzaromas muß es den Anforderungen und Wünschen der Konsumenten entsprechen. Bei Besprechung der Rohmaterialien und der einzelnen Prozesse der Bierfabrikation wurde des näheren angeführt, welche Punkte der Brauer zu beachten hat, damit er sich mit der Hoffnung tragen könne, immer ein gleichmäßiges, wohlschmeckendes, gesundes Bier zum Ausstoß zu bringen. Einem tüchtigen, denkenden und gewissenhaften Brauer wird es nicht schwer fallen, tadelloses Bier zu erzeugen. Allein es kann vorkommen und kommt auch in der Tat vor, daß bei allem Fleiß und jeglicher Aufmerksamkeit im Betriebe das fertige Bier den gehegten Erwartungen nicht oder nicht vollständig entspricht, daß es fehlerhaft, krank ist. In allen derartigen Fällen muß man es sich angelegen sein lassen, in erster Linie die Ursachen dieser Fehler und Krankheiten ausfindig zu machen und dann durch geeignete und erlaubte Mittel zur rechten Zeit Abhilfe zu schaffen, soweit es überhaupt noch möglich ist.

Verwendung von minder guten, mangelhaften Rohmaterialien, Fehler beim Maisch- und Sudprozeß, bei der Haupt- sowie Nachgärung, Unreinlichkeit in den verschiedenen Zweigen des Betriebes, unrichtige Behandlung des Bieres vom Gärkeller zum Lagerkeller, beim Abfassen in die Transportfässer, beim Transport, beim Ausschank, dieses sind wohl die Hauptursachen, falls das Bier mehr oder weniger zu wünschen übrig läßt oder geradezu total verdorben, gesundheitsschädlich und daher unverkäuflich ist.

Fehler und Krankheiten des Bieres.

Geschmacksfehler des Bieres. Es ist gesagt worden, daß jedes Bier, mag es nun dieser oder jener Art angehören und infolgedessen ein bestimmter charakteristischer Geschmack bedingt sein, wohlschmeckend sein soll. Nun kommt es vor, daß Biere einen schimmeligen, grabelligen, einen intensiv bitteren, herben, rauhen Geschmack besitzen oder starken Pechgeschmack, oder widerlich bitteren, hefigen Geschmack, unangenehm dumpfigen Geschmack haben.

Der schimmelige, grabellige Geschmack ist nicht immer auf die Verwendung von schimmeligem Malz zurückzuführen, sondern meistenteils auf ungenügend gereinigtes Faßzeug, oder darauf, daß das sorgfältig gereinigte Faßzeug längere Zeit zugeschlagen leer stehen blieb, ohne vor der Benützung nochmals gründlich gereinigt zu werden. Ein weiterer Grund dieses Geschmacksfehlers kann darin gefunden werden, daß das Faß nach dem Pichen nicht durchgehends glatte Oberflächen hat und sich in solchen Schlupfwinkeln, während das Faß leer ist, Schimmelpilze ansetzen. Oftmals genügt es schon, wenn infolge von Unreinlichkeit im Keller schimmelige Wände und Decken zu finden sind oder die Bottiche und Fässer außen Schimmel zeigen. Das Bier ist für Schimmelgeruch und Geschmack äußerst empfindlich. Eine weitere Ursache kann in der Benützung von Desinfektionsmitteln gelegen sein, wodurch das Bier auch noch einen ranzigen, kratzenden Geschmack bekommen kann, wenn nämlich nach der Verwendung von solchen Chemikalien, namentlich chlorhaltigen, nicht dafür gesorgt wird, daß sie durch gründliches Nachwaschen gänzlich entfernt werden.

In manchen Gegenden will der Konsument stark gehopfte Biere und bei den weinigen, ganz lichten Bieren muß der Hopfen hervortreten, doch wird dieses angenehm Bittere nur durch Verwendung von feineren Hopfensorten zu erzielen sein, nie darf damit ein rauher, kratziger zu intensiv bitterer Geschmack verbunden sein, wie er sich zu zeigen pflegt bei über-

mäßig starker Hopfengabe, bei Benutzung von geringwertigen, teilweise verdorbenen Hopfen, bei zu langer Dauer des Hopfensudes, bei etwaigem stärkeren oder geringeren Durchfallen der Decke am Ende der Hauptgärung.

Der Pechgeschmack kann so bedeutend sein, daß das Bier geradezu unverkäuflich ist. ~~Es ist bei der Besprechung des Peches und des Pichens darauf aufmerksam gemacht~~ worden, ~~daß~~ Verwendung von schlechtem Pech und Fehler beim Pichen ~~sich bitter~~ rächen ~~können~~.

Ein widerlich bitterer Geschmack kann auch seine Ursache in dem Vorhandensein gewisser Arten von wilder Hefe, Saccharomyces Pastorianus I ~~(I. Hefe)~~, in der Stellhefe haben. In einem solchen Falle muß der Zeug gewechselt werden, bzw. Reinzucht eingeführt werden.

Ein unangenehm dumpfiger Geschmack ist in den meisten Fällen die Folge von Mangel an Reinlichkeit im Betriebe. Es ist schon wiederholt gesagt worden, daß größtmögliche Reinlichkeit der Räumlichkeiten, der Gefäße, Apparate, besonders der Leitungsröhren, zu beobachten ist und daß einfaches Waschen mit kaltem und heißem Wasser nicht genügt, zumal für die Würze- und Bierleitungen. Unangenehmer Geschmack kann aber auch herrühren von mangelhaftem Malz oder mehr oder weniger verdorbenem Hopfen, schlecht gereinigten Spänen usw.

Ein weiterer hierher gehöriger Fehler ist ein *brenzliger Geschmack des Bieres.* Zu hoch abgedarrtes Malz, besonders wenn auch noch verbrannte Körner darunter sind, Benützung von zu viel oder schlechtem Farbmalz, Anbrennen der Maische sind der Grund für genannten Geschmacksfehler. Wie solchem Übelstand abzuhelfen ist, ergibt sich aus den angeführten Gründen für diese Geschmacksfehler von selbst.

Mangel an Kohlensäure ~~(Mousseux)~~ *und Schaumhaltigkeit.* ~~Es ist~~ bereits ~~gesagt worden, daß~~ Mousseux und Schaumhaltigkeit zwei verschiedene Eigenschaften des Bieres sind. Letztere ist durch gewisse, nicht näher bekannte Bestandteile des Bierextraktes bedingt, während das Mousseux von

einem gewissen Sättigungsgrad des Bieres mit Kohlensäure abhängig ist. Wohl werden beide Eigenschaften vereinigt gewünscht, aber nicht immer wird dies zu finden sein, ohne daß es als ein besonderer Fehler im Biere zu bezeichnen wäre, falls nur das Bier nicht kohlensäurearm ist und infolgedessen schal schmeckt.

Die Ursachen für Mangel an Kohlensäure können sehr verschiedene sein. Vogel („Der bayrische Klein- und Mittelbrauer" 1907/08 und 1908/09) führt hierfür an: Es können Fehler sowohl im Lagerkeller selbst, als beim Abfüllen des Bieres gemacht werden. Abgesehen davon, daß schweißende, undichte Fässer ohne weiteres als Ursache von mangelhaftem Mousseux anzusehen sind, können in der Hauptsache verantwortlich gemacht werden:

1. Das Fuhrfaß. Durch Fahren über holperige Wege wird die Kohlensäure gelockert.

2. Allzulanges Schlauchen an einem Faß, allzulanges, übertriebenes Stoßenlassen und zu späte Spundung.

3. Auch Überspundung führt beim Abfüllen zu Kohlensäureverlust.

4. Fehler, die beim Anzapfen gemacht werden durch übermäßige Erschütterung.

5. Warme Lagerkeller, Verwendung von schon halbtrockener oder noch warm eingelegter Filtermasse, nicht genügend ausgekühlte, bzw. der Kellertemperatur zu wenig angepaßte Transportfässer.

6. Durch große Druckschwankungen vor und nach dem Filter, verschiedene Durchmesser der verwendeten Schläuche und Rohre, sowie enge Durchgangsöffnungen der Bierwechsel, Verwendung von rauhen, rissigen Schläuchen, rauhen Rohren oder schlecht gepichten Transportfässern mit rauher Pechschicht.

Für mangelhafte Schaumhaltigkeit führt Vogel (oben genannte Zeitschrift, 1901, Seite 102) folgendes aus:

1. Schlecht gelöste Malze, bei denen die stickstoffhaltigen Bestandteile nicht in der richtigen Weise abgebaut sind,

begünstigen eine schlechte Schaumhaltung. Bei schlecht gelösten Malzen, die auch auf der Darre noch verglast sind, wirkt Stehenlassen der kalten Maische einer schlechten Schaumhaltung entgegen.

2. Längeres Einhalten der Maischtemperaturen 50 bis 52° C, Eiweißrast wirkt ebenfalls schlechter Schaumhaltigkeit entgegen. Tüchtiges Vor- und Nachmaischen soll die Schaumhaltigkeit fördern. Dauer und Art des Kochens der Maischen und Würzen ist ebenfalls nicht ohne Einfluß. Durch längeres Kochen wird die Schaumhaltigkeit begünstigt.

3. Ein großer Einfluß wird der Qualität des Hopfens zugeschrieben, indem bei Verwendung von altem Hopfen eine weniger gute Schaumhaltigkeit zu beachten ist als bei neuem und gutem Hopfen.

4. Die Art der Gärführung und besonders starke Schwankungen der Temperaturen beim Zurückkühlen der Würze und allzulange Gärführung haben ebenso wie

5. zu langes Stoßenlassen der Biere eine mangelhafte Schaumhaltigkeit zur Folge.

6. Auch Fehler, die beim Abfüllen gemacht werden können sowohl Schaumhaltigkeit wie Mousseux des Bieres beeinträchtigen.

Schale Biere werden auch bald sauer, trübe und verderben schließlich vollständig.

Ist zu befürchten, daß ein Bier das entsprechende Mousseux nicht bekommt, daß es schal wird oder ist, so kann man diesem Fehler meistenteils abhelfen, indem man junges Bier daraufschlaucht oder Kräusen zusetzt. Die Kräusen dürfen aber nur von normal gärenden Würzen stammen und wird eine Kräusenmenge von 2 bis 4 Liter pro Hektoliter Bier genügen. In bierproduzierenden Ländern, in denen die Verwendung von flüssiger Kohlensäure gestattet ist, kann diesem Übelstande sowohl im Lagerfasse als auch beim Ausschank dadurch abgeholfen werden.

Trübungen im Biere. Heutzutage werden an die Klarheit, an den Glanz der Biere sehr große Anforderungen

gestellt und es kommt oftmals vor, daß die sonstigen Eigenschaften eines Bieres weniger Beachtung und Kritik erfahren, wenn nur das Bier schön ist, einen tadellosen Glanz besitzt.

Entspricht ein Bier nach dieser Richtung nicht vollständig, ist es schleierig oder gar trübe, so ist es wohl angezeigt, sich über die Art der Trübung zu vergewissern und rechtzeitig Abhilfe durch erlaubte Mittel zu schaffen.

Hefetrübung. Die am häufigsten vorkommende Trübung ist die Hefetrübung, und zwar verursacht durch Kulturhefe oder wilde Hefe.

Rührt die Trübung von Kulturhefe her, so können als deren Ursache angeführt werden: Verwendung von mangelhaftem Malze und dadurch wie auch anderseits durch Fehler im Maischprozesse bedingte für die Hefeentwickelung ungünstige Zusammensetzung der Würze, sehr kalte Gärführung oder zu rasches Abkühlen der Würze im Stadium der hohen Kräusen, Benutzung von geschwächter Hefe als Anstellhefe, mangelhafter Vergärungsgrad, Unreinlichkeit im Betriebe, besonders im Gär- und Lagerkeller, unrationelle Behandlung der Biere beim Abfüllen vom Lagerfaß in die Transportfässer, wodurch ein Heben des Gelägers bewirkt wird.

Für diese Art der Hefetrübung wird mit günstigem Erfolge Abhilfe getroffen durch Spänen und Aufkräusen. Genügt dies nicht, so wird durch Umfassen des Bieres in ein anderes Faß, verbunden mit Spänen und Aufkräusen, der Fehler meist behoben. Hausenblasenlösung wird in solchen Fällen das Bier klären, wie auch durch Filtrieren, Benützung eines Filtrierapparates, solches Bier von Hefe befreit wird.

Hefetrübung kann auch durch wilde Hefe verursacht sein, sei es, daß die Stellhefe mit wilder Hefe stark verunreinigt war oder eine beträchtliche Infektion stattgefunden hat. Rührt die Trübung von wilder Hefe her, so kann das Bier davon ebenfalls durch Filtration befreit werden, genau so wie bei Trübungen, verursacht durch Kulturhefe, doch ist häufig das Bier geschmacklich so geschädigt, daß es für sich allein selten mehr zu verwerten und höchstens noch aufgekräust und in kleineren

Partien mit gesundem Bier verschnitten in den Konsum gebracht werden kann.

Hefetrübung wird man mittels Mikroskopes leicht konstatieren können. Weiter kann man sich von dieser Art der Trübung überzeugen, wenn man in einem Schaugläschen Bier an einem kalten staubfreien Platz einige Tage aussetzt. Es wird das Bier wenigstens in den oberen Schichten klar erscheinen. Filtriert man hefetrübes Bier durch ein zuvor angefeuchtetes Filter, so wird die Hefe auf dem Filter zurückgehalten und das Bier ist klar, glanzhell.

Bakterientrübung. Bakterien finden sich wohl in den meisten Bieren, aber nie dürfen oder sollen sie in solcher Menge angetroffen werden, daß das Bier dadurch trüb erscheint und als Folge davon einen fremdartigen, unangenehmen Geschmack und Geruch annimmt und bald verderben wird. ~~(siehe Bakterien)~~.

Die Ursachen für Bakterientrübung sind auf dieselben Fehler im Betriebe zurückzuführen, die bei der Hefetrübung angegeben sind, meist ist Unreinlichkeit Grund einer solchen Störung. Die Bakterientrübung ist eine sehr gefährliche Krankheit, und zwar weil, wie erwähnt, derartiges Bier bald vollständig verdirbt, andererseits es sehr schwer hält, eine genügende Abhilfe hierfür zu treffen. — Dieselben Manipulationen, die angeführt sind, um hefetrübe Biere klar zu machen, werden auch bei Bakterientrübung anzuwenden sein, doch werden sie in den seltensten Fällen zu vollständig befriedigenden Resultaten führen. Es wird daher dem Brauer sehr daran gelegen sein müssen, durch Verwendung von guten Rohmaterialien, durch große Reinlichkeit im ganzen Betriebe, durch reine, gärkräftige Anstellhefe, welche die Bakterienentwickelung unterdrücken wird, dieser Art der Trübung vorzubeugen.

Die Bakterientrübung läßt sich nur durch eingehendere Prüfung und Untersuchung des betreffenden Bieres sicher konstatieren, wobei auch die verschiedenen Arten der Bakterien nachgewiesen werden. Stellt man bakterientrübes Bier in

ähnlicher Weise, wie oben bei hefetrübem gesagt, in Schaugläschen auf, so wird keine Klärung eintreten, ja meist nimmt die Trübung noch zu, und filtriert man das Bier durch ein angefeuchtetes Filter, so bleibt das Bier ebenfalls trüb, denn die Bakterien, wenigstens die Mehrzahl, gehen durch die Poren des Filtrierpapiers hindurch. Läßt das Resultat dieser Prüfung einen Schluß zu, daß man es mit Bakterientrübung zu tun haben wird, so wird das negative Resultat bei Prüfung auf Kleister- und Glutintrübung diesen Schluß noch mehr gerechtfertigt erscheinen lassen.

Kleistertrübung kann bedingt sein durch lösliche Stärke, eigentlichen Kleister oder durch Dextrine, die der Stärke nahe stehen, Amylo- oder Erythrodextrine.

Die Ursache hiervon ist immer die ungenügende Umwandlung der Stärke beim Maischprozesse durch die Diastase, mangelhafte Verzuckerung. Diese mangelhafte Verzuckerung kann nun veranlaßt sein durch die Beschaffenheit des Malzes, wenn durch zu hohes Abdarren ein großer Teil der Diastase geschwächt oder zerstört worden und durch unvorsichtiges, fehlerhaftes Darren viel Glasmalz entstanden ist; durch Fehler beim Maischprozeß, Verbrühen der Maischen, zu rasches Erhitzen der Maische in der Pfanne, zu hohe Abmaischtemperatur; durch den sog. Unterteig, zumal wenn die Vorderwürze bald zum Kochen gebracht wird; durch Anschwänzen mit zu heißem Wasser, zumal für den ersten Nachguß über 82° C, indem dadurch Stärke, die auch bei günstigem Verlauf des Maischprozesses in geringer Menge in den Trebern zurückbleibt, mehr oder weniger in Lösung gebracht wird; durch Verwendung von schlechtem Farbmalz. Kleistertrübungen werden weniger häufiger auftreten, ja vollständig verhindert werden, wenn der Brauer den Prozessen der Malz- und Würzebereitung die entsprechende Aufmerksamkeit schenkt, den Verlauf des Maischprozesses mit wässeriger Jodlösung kontrolliert. ~~(siehe diastatischen~~ und Maischprozeß).

Für Kleistertrübung läßt sich leichter Abhilfe treffen als für jegliche andere Trübung, und zwar dadurch, daß man

durch Zusatz von Malzmehl oder zweckmäßiger durch einen wässerigen, kalten Malzmehlauszug den nicht verzuckernden oder ungenügend verzuckernden Anteil der Maische bzw. der Würze und auch des Bieres nachträglich verzuckert. 10 bis 20 g Malzmehl werden mit 200 ccm Wasser bei gewöhnlicher Temperatur einige Zeit lang digeriert und hierauf filtriert. Das klare Filtrat, in dem die Diastase des Malzmehles sich befindet, der Würze vor dem Kochen, bzw. ehe die Würze eine Temperatur über 75° C zeigt, in der Pfanne oder im Gärbottich oder Lagerfaß zugesetzt, je nachdem man früher oder später diese Art der Trübung beobachtet hat, reicht hin, um die Kleistertrübung in einem Hektoliter der betreffenden Flüssigkeit, Würze, Bier zu heben.

Die Kleistertrübung wird, wie schon erwähnt, durch Jodlösung erkannt und es wurde darauf hingewiesen, wie man zu verfahren hat, falls diese Art der Trübung nur äußerst schwach ist. Tritt eine derartige Trübung erst nach der Hauptgärung oder im Lagerfaß auf, in dem durch Zunahme von Alkohol Ausscheidung von Erythrodextrinen stattfindet, so wird nachstehende Prüfung des Bieres darüber Aufschluß geben. Hat die Untersuchung auf Hefe- und Bakterientrübung zu keinem Resultat geführt, so gibt man zum Biere in einem Reagenzglase Jodlösung von derselben Farbe, wie sie das Bier besitzt. Dadurch bewirkte Rotfärbung deutet auf Vorhandensein von Erythrodextrinen, blauviolette Färbung auf Amylodextrine und eigentliche Kleistertrübung.

Um jegliche Täuschung auszuschließen und den Nachweis von Kleister- oder Dextrintrübung sicher zu erbringen, verfährt man zweckmäßig in folgender Weise:

Man benützt Jodlösung, die genau die Farbe des zu prüfenden Bieres besitzt und schichtet sie vorsichtig über dasselbe. Kleistertrübe Biere werden an der Zone, wo eine Vermischung stattfindet, eine blaue, violette oder rötliche Färbung geben.

Noch empfindlicher wird die Reaktion, wenn man im Bier die Dextrine und die diesen verwandten Körper durch Schütteln

mit etwa der 8 fachen Menge Alkohol ausfällt und durch Filtrieren entfernt. Den Filtrationsrückstand löst man in etwas heißem Wasser und prüft ihn nach dem Abkühlen mit Jodlösung.

Eiweißtrübung. Diese Art der Trübung ist auf die Ausscheidung stickstoffhaltiger Substanzen zurückzuführen.

Wird bei Verwendung von zu stickstoffreicher Gerste zur Malzbereitung nicht darauf Rücksicht genommen, daß ein großer Teil der Proteinkörper in die Keime übergeht, wird das Malz zu niedrig ab- und nicht gut ausgedarrt, so kann die Ursache dieser Trübung daran liegen. Bei hellen Bieren kommt sie häufiger vor als bei dunklen. Besteht die Ausscheidung aus kleineren oder größeren Flocken, dann werden die Eiweißkörper durch das Filter zurückgehalten.

Als eine besondere Art der Eiweißtrübung ist die Glutintrübung zu bezeichnen, die durch sehr feinverteilte Eiweißkörper erzeugt wird und durch Filtrieren des Bieres nicht vollständig entfernt werden kann. Die Glutinkörper haben die Eigenschaft, beim Erwärmen des Bieres auf 35 bis 40° C nahezu vollständig in Lösung zu gehen, so daß das Bier hierbei blank wird.

Zu der Eiweißtrübung gehört auch die Metalltrübung, durch Ausscheidung von Verbindungen des Eiweißes mit Metallen verursacht.

Harztrübung, früher auch Hopfentrübung genannt. Letztere Bezeichnung ist, wie Will nachgewiesen hat, falsch, da diese Art der Trübung nicht von Hopfenharz sondern von Pech herrührt und daher richtiger als Pechtrübung oder Harztrübung bezeichnet werden soll. Diese Trübung kommt sehr selten vor.

Kristalltrübung. Will (Zeitschrift f. d. ges. Brauwesen, 1910) macht auf den oxalsauren Kalk als Ursache von Biertrübungen aufmerksam. Es treten jedoch solche Trübungen nicht häufig auf und können leicht mikroskopisch nachgewiesen werden.

Sechster Abschnitt.

Besteuerung der Bierfabrikation.

Deutschland.

1. **Norddeutsches Brausteuergebiet.** Zur Bereitung von untergärigem Bier darf nur Gerstenmalz, Hopfen, Hefe und Wasser verwendet werden. Die Bereitung von obergärigem Bier unterliegt derselben Vorschrift, es ist jedoch hierbei auch die Verwendung von anderem Malze und von technisch reinem Rohr-, Rüben- und Invertzucker, sowie von Stärkezucker und aus Zucker der bezeichneten Art hergestellten Farbmitteln zulässig.

Für die Bereitung besonderer Biere, sowie von Bier, das nachweislich zur Ausfuhr bestimmt ist, können Abweichungen gestattet werden.

Die Steuer wird von dem verwendeten Malze bzw. Zucker erhoben. Unter Malz wird alles künstlich zum Keimen gebrachte Getreide verstanden.

Die Besteuerung erfolgt nach dem Reingewicht, das bis auf 100 g genau zu erfolgen hat.

Ein Doppelzentner Zucker wird für einundeinhalb Doppelzentner Malz und ein Doppelzentner Weizenmalz gleich vierfünftel Doppelzentner Gerstenmalz gerechnet. Dabei wird jedoch insoweit, als zur Herstellung obergäriger Biere auf 100 dz Malz nicht mehr als 25 dz Zucker verwendet werden, der Zucker, der auf die ersten 150 dz des Jahresverbrauchs an Malz entfällt, außer Ansatz gelassen, der auf die folgenden 100 dz Malz entfallende Zucker nur mit der Hälfte und der auf weitere 100 dz Malz entfallende nur mit dem Einfachen seines Gewichtes in Rechnung gestellt.

Die Steuer beträgt für jeden Doppelzentner der in einem Brauereibetrieb innerhalb eines Jahres steuerpflichtig gewordenen Braustoffe:

von den ersten . .	250 dz	. . 14	Mk.
„ „ folgenden	1250 „	. . 15	„
„ „ „	1500 „	. . 16	„
„ „ „	2000 „	. . 18	„
„ dem Reste		20	„

Für neue Brauereien, die nach dem 1. August 1909 in Betrieb genommen werden und mit deren Bau nicht bereits vor dem 1. Januar 1909 begonnen war, sowie für Brauereien, die nach dem 1. August 1909 wieder in Betrieb genommen werden, nachdem sie länger als zwei Jahre außer Betrieb waren, erhöhen sich die Steuersätze in der Zeit bis zum 31. März 1915 um 50 %, in der Zeit vom 1. April 1915 bis 31. März 1918 um 25 %.

Für vor dem 1. Oktober 1908 betriebsfähig hergerichtete Brauereien wird, sofern in ihnen in den Jahren 1906, 1907 und 1908 im Durchschnitt nicht mehr als 150 dz Malz verarbeitet wurden, die Steuer auf die ersten 150 dz des in einem Rechnungsjahre verwendeten Malzes auf 12 Mark pro Doppelzentner ermäßigt.

Für Personen, die obergäriges Bier nur für ihren Hausbedarf bereiten, wird bei einem Verbrauch von nicht über fünf Doppelzentner pro Jahr die Steuer auf vier Mark pro Doppelzentner erniedrigt. Verboten ist, Bier an nicht zum Hausstand gehörige Personen gegen Bezahlung abzugeben.

Rückvergütung der Steuer wird bei Ausfuhr von Bier gewährt, und zwar mit einer Mark für den Hektoliter, sofern die betr. Sendung mindestens zwei Hektoliter beträgt und zur Bereitung des Bieres mindestens 25 kg Braumaterialien verwendet werden.

2. **Bayern.** Zur Erzeugung von untergärigem Bier, Braunbier, darf nur aus Gerste bereitetes Malz verwendet werden. Die Verwendung von Malzsurrogaten ist verboten.

Die Steuer wird vom Malz erhoben. Von einem Doppelzentner ungebrochenen Malzes, ohne Unterschied zwischen trockenem oder eingesprengtem Malz beträgt der staatliche Malzaufschlag für einen Doppelzentner bei Verwendung

		bis zu	1000 dz	. .	15,0 M.
von mehr als	1000	„ „	1500 „	. .	15,5 „
„ „ „	1500	„ „	2000 „	. .	16,0 „
„ „ „	2000	„ „	2500 „	. .	16,5 „
„ „ „	2500	„ „	3000 „	. .	17,0 „
„ „ „	3000	„ „	3500 „	. .	17,5 „
„ „ „	3500	„ „	4000 „	. .	18,0 „
„ „ „	4000	„ „	4500 „	. .	18,5 „
„ „ „	4500	„ „	5000 „	. .	19,0 „
„ „ „	5000	„ „	6000 „	. .	19,5 „
„ „ „	6000	. . . . .	. . . .	. . .	20,0 „

Übersteigt der Malzverbrauch in einer Brauerei innerhalb eines Kalenderjahres die erste Staffel (1000 dz) um nicht mehr als 50 dz oder eine der übrigen Staffeln um nicht mehr als 100 dz, so ist nur für die überschreitende Menge der Malzaufschlag nach dem Satze der höheren Staffel zu entrichten, andernfalls für die ganze bisher verarbeitete Malzmenge.

Übersteigt in der Zeit bis 31. Dezember 1918 der Malzverbrauch in einem Brauereibetrieb innerhalb eines Kalenderjahres den Durchschnittsmalzverbrauch der Jahre 1907, 1908 und 1909 bei Betrieben bis 6000 dz jährlichen Malzverbrauch um mehr als 10 von Hundert, bei Betrieben von mehr als 6000 dz um mehr als 5 von Hundert, so erhöhen sich für die überschreitende Menge die Malzaufschläge um 10 von Hundert.

Für nach dem 1. März 1910 entstandene Brauereien oder die nach dem 1. März 1910 wieder in Betrieb genommen werden, erhöhen sich die Malzaufschlagssätze um 25 %.

Für Personen, die Bier nur für ihren Hausbedarf bereiten und im Kalenderjahr nicht mehr als fünf Doppelzentner verwenden, beträgt der Malzaufschlag 10 Mark für einen Doppel-

zentner. Gegen Entgelt darf von diesem Bier an andere nicht zum Haushalt gehörige Personen nichts abgegeben werden.

Bei Ausfuhr von Bier findet Rückvergütung der Steuer statt und beträgt diese für Braunbier, Weißbier oder bierähnliche Getränke jenen Betrag, der sich aus dem in der Brauerei angewandten Steuersatz und der Menge des zu einem Hektoliter Bier verwendeten Malzes berechnet, wenn die Ausfuhr mindestens 10 hl beträgt.

3. **Württemberg.** Die Verwendung von Malzsurrogaten ist verboten.

Die Steuer beträgt von der in einem Brauereibetrieb innerhalb eines Rechnungsjahres steuerpflichtig gewordenen Malzmenge

für die ersten . .	250 dz . .	14,30	M.
„ „ folgenden	1250 „ . .	17,60	„
„ „ „	1500 „ . .	19,80	„
„ „ „	2000 „ . .	20,90	„
„ den Rest	. . . .	22,00	„

Wird Bier nur zum eigenen Bedarf im Haushalt gebraut, so beträgt die Steuer für die ersten fünf Doppelzentner 4,40 Mark auf den Doppelzentner.

4. **Baden.** Die Verwendung von Malzsurrogaten ist verboten; zur Herstellung von untergärigen Bieren ist nur die Verwendung von Gerstenmalz erlaubt.

Die Steuer beträgt für je 100 kg ungebrochenen oder gebrochenen Malzes, die einer Brauerei in einem Kalenderjahr steuerbar werden,

für die ersten . .	250 dz . .	15,00	M.
„ „ folgenden	1250 „ . .	17,50	„
„ „ „	1500 „ . .	20,00	„
„ „ „	2000 „ . .	21,00	„
„ „ „	. . . .	22,00	„

Für die vor dem 1. August 1909 betriebsfähig hergerichteten Brauereien wird, sofern in ihnen im Durchschnitt der

Jahre 1907, 1908 und 1909 nicht mehr als 150 dz Malz steuerbar geworden sind, die Steuer von den ersten 150 dz auf 13 Mark für den Doppelzentner ermäßigt.

Die Vergünstigung erlischt natürlich dauernd mit dem Ablauf des Jahres, in dem in der Brauerei mehr als 150 dz steuerbar werden.

5. Elsaß-Lothringen. Die Verwendung von Malzsurrogaten ist verboten.

Die Besteuerung ist Malzgewichtssteuer und geschieht die Erhebung durch automatische Wagen.

Der Steuersatz beträgt

für die ersten . .	250 dz	. . 15	M.
„ „ folgenden	1250 „	. . 17	„
„ „ „	1500 „	. . 19	„
„ „ „	2000 „	. . 21	„
„ den Rest		23	„

Großbritannien und Irland.

Die Steuer, Würzesteuer, wird nach dem Volumen und spezifischen Gewicht der Würze unter Berücksichtigung des tatsächlichen Ausbeuteverhältnisses des Malzes, bzw. des sonstigen Materialverbrauchs der betreffenden Brauerei erhoben.

Der Steuersatz beträgt für das Barrel ($163^1/_2$ Liter) Würze mit einem spezifischen Gewicht von 1,055 7 Schilling 9 Pence (ungefähr 7,75 Mark).

Frankreich.

Die Besteuerung ist Würzesteuer. Diese beträgt für jeden Hektolitergrad 25 Centimes (100 Centimes = 1 Franc = 0,80 Mark). Außer der Fabrikationssteuer aber hat jede gewerbliche Brauerei noch eine jährliche Lizenzgebühr zu entrichten.

Belgien.

Das Besteuerungssystem ist Malzgewichtssteuer. Für 100 kg Malzschrot sind 10 Francs zu zahlen.

Niederlande.

Das Besteuerungssystem ist dasselbe wie in Belgien. Entweder muß für den Hektoliter Rauminhalt des Maischbottichs 1 fl. holl. W. oder für 100 kg Malz 3,5 fl. bezahlt werden.

Bei Bierausfuhr werden an Steuer für einen Hektoliter Bier rückvergütet: bei schweren Bieren (über 14 % B.) 1 fl., bei allen anderen leichteren Bieren 62,2 Cents.

Schweden.

Die Besteuerung ist Malzgewichtssteuer. Die Erhebung geschieht durch selbsttätig registrierende Wägeapparate.

Der Steuersatz beträgt pro Kilogramm

für die ersten	100000 kg	. .	17 Öre
„ „ nächsten	100000 „	. .	20 „
„ den Rest	. . . .	. .	23 „

(10 Öre = 1 Krone = 1,12 Mark).

Die Bereitung von Dünnbier mit weniger als 6 % Stammwürze ist steuerfrei. Die Verwendung von Surrogaten bei steuerpflichtigen Bieren ist verboten.

Norwegen.

Die Besteuerung ist Gerstengewichtssteuer. Der Steuersatz beträgt für ein Kilogramm eingeweichte Gerste 37,1 Öre. Das Verwiegen der Gerste geschieht bevor sie in die unter steueramtlichem Verschluß befindlichen Weichen gelangt.

Malzsurrogate dürfen nicht verwendet werden.

Rußland.

Das Steuersystem ist Malzgewichtssteuer. Diese wird nach der Ausbeute berechnet und ist gestaffelt.

Pro Pud Malz beträgt die Steuer 1 Rubel 37 Kopeken bis 2 Rubel. (1 Rubel = 100 Kopeken = 2,16 Mark.) Neben dieser Malzsteuer ist noch eine Patentsteuer zu entrichten.

Die Verwendung von Surrogaten ist verboten.

Schweiz.

In der Schweiz ist keine staatliche Steuer zu entrichten.

Österreich-Ungarn.

Die Steuer setzt sich in Österreich-Ungarn zusammen aus: Fabrikationssteuer, Kommunalzuschlägen und Landesumlagen.

Die Produktionssteuer wird in Österreich-Ungarn entsprechend den in einem Hektoliter Bierwürze enthaltenen Extraktprozenten erhoben und beträgt 34 Heller pro Hektolitergrad, wobei kleineren Brauereien, die jährlich

	bis	2000 hl Bierwürze erzeugen		15 %
2000	„	5000 „	„ „	10 %
5000	„	15000 „	„ „	5 %

Steuernachlaß gewährt wird.

Die Kommunalzuschläge betragen in Österreich in den für Verzehrungssteuereinhebung als geschlossen erklärten Städten Brünn, Graz, Laibach, Lemberg, Linz und Prag 14 Heller pro Hektolitergrad, in Wien und Prag 3 Kronen 60 Heller pro Hektoliter Würze.

Die Linienverzehrungssteuer für das in diese Städte eingeführte Bier beträgt in den erstgenannten Städten 1 Krone 68 Heller, in Wien und Prag 4 Kronen pro Hektoliter, in anderen Gemeinden betragen die Kommunalzuschläge 2 bis 3,40 Kronen.

Die Landesbierauflage beträgt in Böhmen, Steiermark, Mähren, Kärnten, Ober- und Niederösterreich 1,70 Kronen, in Graz 2 Kronen.

In Ungarn beträgt die Produktionssteuer, genau wie in Österreich 34 Heller pro Hektolitergrad, dazu kommt noch ein staatlicher Steuerzuschlag von 80 Heller pro Hektolitergrad.

Für das vom Ausland eingeführte und verzollte Bier werden auch die kommunalen und staatlichen Zuschläge erhoben.

Auf Antrag wird Brauereien, bzw. Exporteuren bei Ausfuhr von Bier ins Zollausland die Steuer rückvergütet.

Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Die Steuer besteht in einer Fabrikatsteuer. Die Steuerentrichtung erfolgt mittels Steuermarke.

Für jedes Barrel ist ein Dollar an Steuer zu zahlen. (1 Dollar = 4,20 Mark.) Außerdem ist von den Brauereien eine jährliche Lizenzgebühr von 50 und 100 Dollar je nach der Größe der Brauerei zu entrichten.

Tabelle

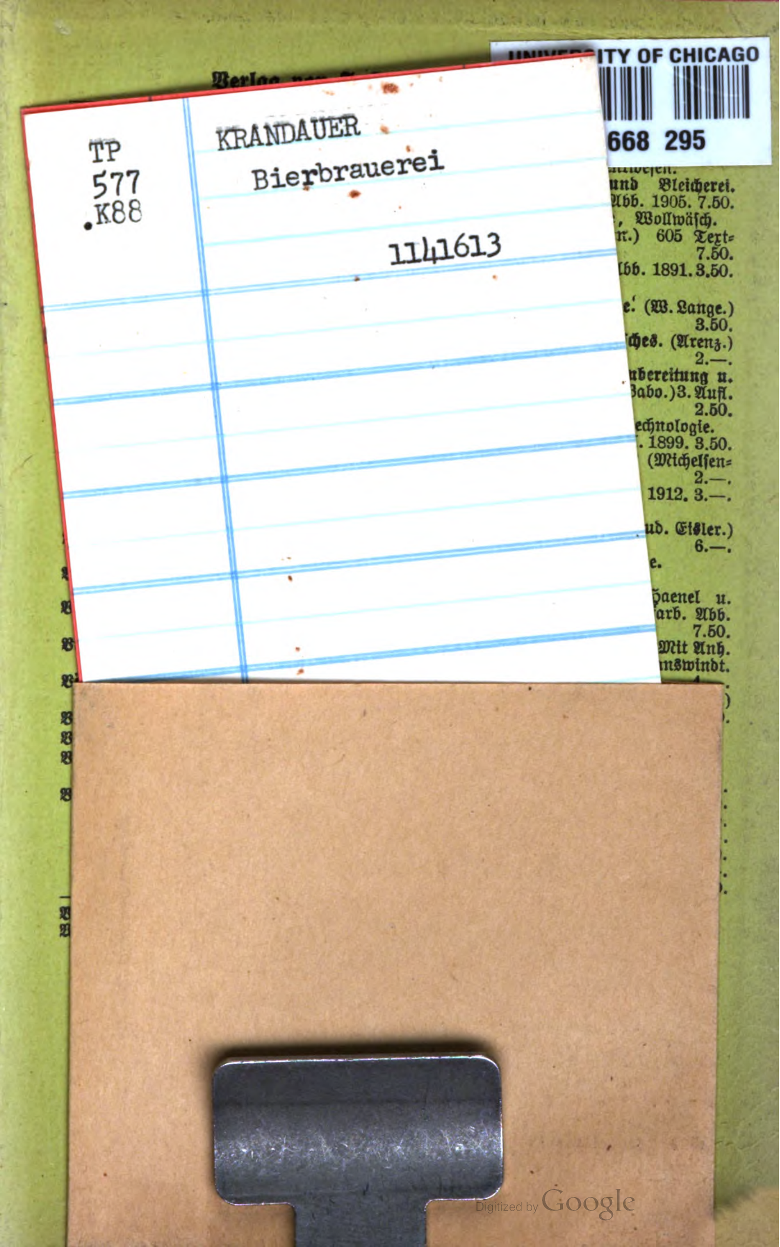
zur Umwandlung von Temperaturen der 100teiligen Celsiusskala in solche der 80teiligen Reaumurskala.

C	R	C	R	C	R	C	R
1	0,8	26	20,8	51	40,8	76	60,8
2	1,6	27	21,6	52	41,6	77	61,6
3	2,4	28	22,4	53	42,4	78	62,4
4	3,2	29	23,2	54	43,2	79	63,2
5	4,0	30	24,0	55	44,0	80	64,0
6	4,8	31	24,8	56	44,8	81	64,8
7	5,6	32	25,6	57	45,6	82	65,6
8	6,4	33	26,4	58	46,4	83	66,4
9	7,2	34	27,2	59	47,2	84	67,2
10	8,0	35	28,0	60	48,0	85	68,0
11	8,8	36	28,8	61	48,8	86	68,8
12	9,6	37	29,6	62	49,6	87	69,6
13	10,4	38	30,4	63	50,4	88	70,4
14	11,2	39	31,2	64	51,2	89	71,2
15	12,0	40	32,0	65	52,0	90	72,0
16	12,8	41	32,8	66	52,8	91	72,8
17	13,6	42	33,6	67	53,6	92	73,6
18	14,4	43	34,4	68	54,4	93	74,4
19	15,2	44	35,2	69	55,2	94	75,2
20	16,0	45	36,0	70	56,0	95	76,0
21	16,8	46	36,8	71	56,8	96	76,8
22	17,6	47	37,6	72	57,6	97	77,6
23	18,4	48	38,4	73	58,4	98	78,4
24	19,2	49	39,2	74	59,2	99	79,2
25	20,0	50	40,0	75	60,0	100	80,0

Graphische Kunstanstalten J. J. Weber in Leipzig.

Literaturgeschichte, allgem. (A. Stern.) 4. Aufl. 1906. 4.—.
Literaturgeschichte, deutsche. (Möbius-Klee.) 7. Aufl. 1896. 2.—.
Logarithmen. (M. Meyer.) 3 Taf. u. 7 Textabb. 1898. 2.50.
Logik. (Kirchner.) 3. Aufl. 36 Abb. 1900. 3.—.
Luftsport s. Körperpflege.
Lunge. (Niemeyer-Liebe.) 10. Aufl. 37 Abb. 1913. 3.—.
Lungenkrankheiten s. Infektionskrankh.
Magen u. Darm. (E. v. Sohlern.) 2 Abb. u. 1 Taf. 1895. 3.50.
Magnetismus s. Physik.
Malaria s. Infektionskr.
Malerei. (K. Raupp.) 5. Aufl. 55 Abb. u. 9 Tafeln. 1911. 3.—.
— s. auch Liebhaberk., Porzellan- u. Glasmalerei.
Mandelentzündung s. Infektionskrankh.
Markscheidekunst. (O. Brathuhn.) 2. Aufl. 190 Abb. 1906. 3.—
Maschinen s. Dampferzeuger, Dampfkessel, Verbrennungskraftmaschinen.
Maschinenelemente. (Ofterdinger.) 595 Abb. 1902. 6.—.
Maschinenlehre, allg. (Th. Schwartze.) 327 Abb. 1903. 6.—.
Masern s. Infektionskrankheiten.
Massage. (Preller-Wichmann.) 2. Aufl. 89 Abb. 1903. 3.50.
Mechanik. (Huber-Lange.) 8. Aufl. 233 Abb. 1910. 3.50.
Mechan. Technologie s. Technologie.
Meereskunde, allgem. (J. Walther.) 72 Abb. u. 1 Karte. 1893. 5.—.
Metallurgie. (Fischer.) 29 Abb. 1904. 5.—.
Metaphysik. (G. Kunze.) 1905. 5.—.
Meteorologie. (Bebber.) 3. Aufl. 63 Abb. 1893. 3.—.
Mietwohnhaus der Neuzeit.*) (Haenel und Tscharmann.) 214 Abb. 1913. 10.—.
Mikroskopie. (C. Garten.) 2. Aufl. 152 Abb. u. 1 farb. Taf. 1904. 4.—.
Milch, künstl. s. Chem. Technologie.
Milchwirtschaft. (Eug. Werner.) 23 Abb. 1884. 3.—.
Mimik und Gebärdensprache. (K. Skraup.) 2. Aufl. 58 Abb. 1907. 3.50.
Mineralogie. (Eug. Hussak.) 6. Aufl. 223 Abb. 1901. 3.—.
Motoren s. Dampferzeuger, Dampfkessel. Verbrennungskraftmaschinen.
Münzkunde. (Dannenberg-Friedensburg.) 3. Aufl. 11 Taf. Abb. 1912. 4.50.
Musik. (Lobe-Hofmann.) 29. Aufl. 1910. 1.50.
Musikgeschichte. (Musiol-Hofmann.) 33 Abb. 1905. 4.50.
Musikinstrumente. (R. Hofmann.) 6. Aufl. 205 Abb. u. Notenbeispiele. 1903. 4.—.
Musterschutz s. Patentwesen usw.
Nägel s. Haut, Haare, Nägel.
Nahrungsmittelchemie.* (Barges.) 178 Abb. u. 3 farb. Taf. 1907. 10.—.
Naturlehre. (C. Brewer.) 4. Aufl. 53 Abb. 1893. 3.—.
Nautik. (K. Zelz.) 68 Abb. 1906. 4.—.
Nervosität. (Möbius.) 3. Aufl. 1906. 2.50.
Nivellierkunst. (C. Pietsch.) 6. Aufl. 61 Abb. 1908. 2.—.
Numismatik s. Münzkunde.
Nutzgärtnerei. (Jäger-Wesselhöft.) 6. Aufl. 75 Abb. 1905. 3.—.
Obstbau s. Nutzgärtnerei.
Obstverwertung. (Joh. Wesselhöft.) 45 Abb. 1897. 3.—.
Ohr, das. (E. R. Hagen.) 2. Aufl. 45 Abb. 1883. 2.50.
Öle s. Chemische Technologie.
Optik s. Physik.
Orden s. Ritter- und Verdienstorden.
Organisation, die kaufmänn. i. Fabrikbetriebe. (Stern.) 30 Abb. 1910. 4.50.
Orgel. (Richter-Menzel) 24 Abb. 1896. 3.—.
Ornamentik. (Kanitz-Singer) 7. Aufl. 145 Abb. 1913. 3.—.
Pädagogik. (F. Kirchner.) 1890. 2.—.
Pädagogik, Geschichte der. (Friedr. Kirchner.) 1899. 3.—.
Paläontologie. s. Versteinerungskunde.
Patentwesen. (Sack.) 3 Abb. 1897. 2.50.
Perspektive, angewandte. (Kleiber.) 5. Aufl. 152 Abb. 1912. 3.—.
Petrefaktenkunde s. Versteinerungskunde.
Petrographie. (J. Blaas.) 3. Aufl. 124 Abb. 1912. 4.50.
Pferdedressur. s. Fahrkunst u. Reitkunst.
Pflanzen, d. leucht. s. Tiere.
Pflanzenmorphologie, vergleichende. (E. Dennert.) 600 Abb. 1894. 5.—.
Philosophie, Einführung in die. (A. Ruge.) 5. Aufl. 1913. 3.—
Philosophie, Geschichte d. (Kirchner-Runze.) 4. Aufl. 1911. 4.50.
Photographie, praktische. (H. Keßler.) 6. Aufl. 149 Abb. 1906. 4.50
Phrenologie. (G. Scheve.) 8. Aufl. 19 Abb. 1896. 2.—.
Physik. (Kollert.) 6. Aufl. 164 Abb. 1903. 7.—.
Physik, Geschichte der. (E. Gerland.) 72 Abb. 1892. 4.—.
Physiologie d. Mensch. (Fr. Scholz.) 58 Abb. 1883. 3.—.
Planetographie. (Lohse.) 15 Abb. 1894. 4.—.
Planimetrie. (Riedel.) 190 Abb. 1900. 4.—.
Pocken s. Infektionskrankheiten.
Poetik, deutsche. (Joh. Minckwitz.) 3. Aufl. 1899. 2.50.

Porzellan- und Glasmalerei. (R. Ulke.) 77 Abb. 1894. 3.—.
Projektionslehre. (Hoch) 3. Aufl. 155 Abb. 1907. 2.50.
Psychologie. (Kirchner.) 2. Aufl. 1896. 3.—.
Pulverfabrikation s. Chem. Technologie.
Radfahrsport. (K. Biesendahl.) 105 Abb. 1897. 3.—.
Raumberechnung. (C. Pietsch.) 4. Aufl. 55 Abb. 1908. 1.80.
Rechnen s. Arithmetik.
Rechnen, kaufm. (R. Stern.) 1904. 5.—.
Redekunst. (Benedix-Seydel.) 7. Aufl. 1913. 1.50.
Registratur- und Archivwissenschaft. (Holtzinger u. Leist.) 2. Aufl. 1908. 4.—.
Reich, das Deutsche. (Zeller-Sala.) 3. Aufl. 2 Bände. 1909. 8.—.
Reitkunst. (K. Brück.) 5. Aufl. 76 Abb. 1912. 6.—.
Religionsphilosophie. (Kunze.) 1901. 4.—.
Rheumatismus s. Gicht, Infektionskr.
Ritter- und Verdienstorden. (M. Gritzner.) 760 Abb. 1893. 9.—, Pergamentbd. 12.—.
Rodelsport s. Wintersport.
Rosen und Sommerblumen.* (W. Mütze.) 160 teils farb. Abb. 1910. 10.—.
Ruder- und Segelsport. (O. Gusti.) 66 Abb. u. 1 Karte. 1908. 4.—.
Ruhr s. Infektionskrankheiten.
Säbelfechtschule. 27 Abb. 1907. 1.50.
Säugetiere, Vorfahr. der. (A. Gaudry-Marshall.) 40 Abb. 1891. 3.—.
Schachspielkunst. (Portius-von Gottschall.) 13. Aufl. 1913. 2.50.
Scharlach s. Infektionskrankheiten.
Schattenkonstruktion s. Perspektive.
Schauspielkunst s. Dramaturgie.
Schlitten-, Schlittschuhsport s. Wintersp.
Schlosserei. (Hoch.) 1. Teil. 256 Abb. 1899. 6.—. 2. Teil. 288 Abb. 1899. 6.—. 3. Teil. 201 Abb. 1901. 4.50.
Schneeschuhsport s. Wintersport.
Schönheitspflege s. Haut.
Schornsteine s. Dampferzeuger, Dampfk.
Schreibunterricht. (G. Funk.) 3. Aufl. 82 Fig. 1893. 1.50.
Schwangerschaft s. Frau, die junge.
Schwimmkunst. (Schwägerl-Krohn.) 3. Aufl. 105 Abb. 1912. 2.—
Schwindsucht s. Infektionskrankheiten.
Segelsport s. Ruder- und Segelsport.
Seifenfabrikation s. Chem. Technologie.
Selbsterziehung. (Blackie-Kirchner.) 3. Aufl. 1903. 2.—.
Sinne u. Sinnesorgane der nied. Tiere. (Jourdan-Marshall.) 48 Abb. 1891. 4.—.
Sitte, die feine s. Ton, der gute.
Sittenlehre s. Ethik.
Ski s. Wintersport.
Sozialismus. (Haushofer.) 1896. 3.—.
Soziologie. (R. Eisler.) 1903. 4.—.
Spiele s. Kindergarten, Lawn-Tennis.
Spinnerei, Weberei u. Appretur. (R. Reiser) 4. Aufl. 348 Abb. 1901. 6.—.
Spiritusbrennerei s. Chem. Technologie.
Sport s. Bergsteigen, Fahrkunst, Hiebfechtschule, Jagdkunde, Körperpflege, Radfahrsport, Reitkunst, Ruder- und Segelsp., Säbelfechtschule, Schwimmkunst, Stoßfechtschule, Turnkunst und Wintersport.
Sprache und Sprachfehler des Kindes. (H. Gutzmann.) 22 Abb. 1894. 3.50.
Sprache, deutsche s. Wörterbuch, deutsch.
Sprachlehre, deutsche. (Michelsen-Nedderich.) 4. Aufl. 1898. 2.50.
Sprachorgane s. Gymnastik d. Stimme.
Sprengstoffe s. Chem. Technologie.
Sprichwörter s. Zitatenlexikon.
Staatsrecht s. Reich, das Deutsche.
Städtebau s. Erd- und Straßenbau.
Stalldienst u. Stallpflege s. Fahrkunst.
Statik. (W. Lange.) 284 Abb. 1897. 4.—.
Stenographie. (Krieg.) 3. Aufl. 1900. 3.—.
Stereometrie. (R. Schurig u. E. Riedel.) 159 Abb. 1898. 3.50.
Stile s. Baustile u. Ornamentik.
Stilistik s. Wie schreibe ich richtig deutsch?
Stimme, Gymnastik der. (O. Guttmann.) 7. Aufl. 26 Abb. 1908. 3.50.
Stoßfechtschule. 42 Abb. 1892. 1.50.
Stottern s. Sprache und Sprachfehler.
Straßenbau s. Erd- u. Straßenbau.
Sträucher s. Blütenstauden.
Tanzkunst. (Klemm-Engelhardt.) 8. Aufl. 93 Abb. u. zahlr. Notenbeisp. 1910. 3.50.
— s. auch Ästhetische Bildung.
Technologie, chem. (P. Kersting u. M. Horn.) 1. Teil. Anorgan. Verbind. 70 Abb. 1902. 5.—. 2. Teil. Organ. Verbind. 72 Abb. 1902. 5.—. 3. Teil s. Hüttenkunde. 4. Teil s. Metallurgie.
Technologie, mech. (A. v. Ihering.) 2. Aufl. 349 Abb. 1904. 4.—.
Teichwirtschaft s. Fischzucht usw.
Telegraphie elektr. (G. Schmidt.) 7. Aufl. 484 Abb. 1906. 6.—.
Textilindustrie s. Spinnerei usw.
Tiefbrand s. Liebhaberkünste.
Tiere, geograph. Verbreitung der. (Trouessart-Marshall.) 1892. 4.—.
Tiere u. Pflanzen, die leuchtend. (H. Gadeau de Kerville, deutsch von W. Marshall.) 28 Abb. 1893. 3.—.
Tierheilkunde, landwirtsch. s. Hilfe, erste.
Tierzucht, landwirtsch. (E. Werner.) 20 Abb. 1880. 2.50.
Tintenfabrikation s. Chem. Technologie.
Ton, der gute, und die feine Sitte. (E. v. Adlersfeld-Ballestrem.) 5. Aufl. 1912. 2.—.
— s. auch Ästhetische Bildung usw.


UNIVERSITY OF CHICAGO
668 295
TP
577
.K88
KRANDAUER
Bierbrauerei
1141613
Digitized by Google


U of Chicago
47668295